TALOTEKNIIKKA

Ketola • Lairi • Laulumaa • Nieminen

Tiedustelut
Sanoma Pro Oy, Helsinki
puh. 020 391 000
sähköposti: asiakaspalvelu@sanomapro.fi

www.sanomapro.fi

Kustantaja Sanoma Pro Oy

Tämä aineisto on digitaalinen rinnakkaisversio tuotteesta
Talotekniikka, ISBN 978-952-63-4048-7, 1. painos, 2017

6 kk lisenssi ISBN 978-952-63-4050-0
48 kk lisenssi ISBN 978-952-63-4051-7
Opettajan digitaalinen aineisto ISBN 978-952-63-4451-5

Toimitus: Niko Haarala
Ulkoasu ja kansi: Anna Mattsson / SuomiDesign
Kannen kuva: Shutterstock
Taitto: Hilkka Hyvärinen / hipateos

© Jari Ketola, Veijo Lairi, Mikko Laulumaa, Juha Nieminen ja Sanoma Pro Oy

Kopiointiehdot

Tämä teos on digitaalinen oppikirja, joka on suojattu tekijänoikeuslailla (404/61).

Tämän verkkoaineiston tulostaminen, kopiointi, muuntelu, välittäminen tai muu jatkokäyttö edellyttää oikeudenomistajan lupaa.

Kopiosto ry myöntää verkkoaineiston tulostamiseen, kopiointiin ja kopioiden käyttöön lupia. Tarkistakaa, mitkä valokopiointi- ja digiluvat ovat kohdallanne voimassa. Lisätietoja luvista www.kopiosto.fi

TALOTEKNIIKKA

Ketola • Lairi • Laulumaa • Nieminen

Sisällys

1. PERUSTEET

1.1 Työturvallisuus 10
Ensiapukoulutus 10
Työturvallisuuskoulutus 10
Tulityökoulutus 11
Sähkötyöturvallisuus 11
Telinetyöt 12
Kemikaalit 12
Kaasut 12
Kylmäaineet 13
Asbesti 14
Suojaimet 14
Nostotyöt 16
Päihteet 16
Henkinen työhyvinvointi 16
Tehtäviä 17
1.2 Materiaalitekniikka 18
Olomuodot 20
Kaasut 20
Metallit 21
Muovit 22
Hiilikuitu 22
Keraamiset aineet 23
Kumit 23
Voiteluaineet ja -nesteet 23
Tehtäviä 24
1.3 Tekninen piirtäminen 25
Piirustusvälineet 25
Piirrosmerkit 25
Viivalajit 26
Leikkauspiirrokset 26
Luonnokset 26
Kuvannot 27
Pohjapiirros 27
Asemapiirros 28
Tehtäviä 17
1.4 Mittaaminen 30
Yksiköt ja järjestelmät 30
Mittalaitteet 31
Tehtäviä 36
1.5 Talon rakenteet 37
Maa-aineksen vaihto 37
Paalutus 37
Perustus ja alapohja 37
Salaojat 38
Routaeristys 38
Runko ja ulkoseinät 39
Kantavat seinät 39
Välipohja 40
Yläpohja 40
Vesikatto 40
Tehtäviä 41
1.6 Vesi 42
Veden kiertokulku 42
Puhtaan ja jäteveden kiertokulku luonnossa 42
Puhdas vesi 42
Veden kulutus 43
Jätevesi 43
Jätevedenpuhdistamo 43
Veden ja jäteveden laskutus 44
Sade- ja perusvesi 44
Salaojat 44
Tehtäviä 45
1.7 Lämmitys 46
Lämmönlähteet 46
Uusiutuvat lämmönlähteet 46
Fossiiliset lämmönlähteet 48
Kaukolämmitys 49
Rakennusten lämmönkehittimet . . . 50
Lämpöenergian varastointi 53
Lämmönjakelulaitteisto 54
Lämmönluovuttimet 54
Yhdistelmälämmitys, hybridi-lämmitys 56
Tehtäviä 57
1.8 Metallintyöstö 58
Hitsaaminen 58
Levyjentyöstö 63
Metallin katkaisu ja leikkaaminen . . . 65
Tehtäviä 70

1.9 Kannakointi ja kiinnitys 71
Ilmanvaihtokanavien kannakointi ... 72
Käyttövesi- ja lämmitysputkien kannakointi 72
Viemäreiden kannakointi 74
Kiinnikkeet 75
Tehtäviä 76
1.10 Putket 77
Teräsputket 77
Sinkityt putket 78
Kupariputket 78
Komposiittiputket 78
Muoviputket 78
Tehtäviä 79
1.11 Viemärit 80
Lattiakaivot 81
Rakennuksen ulkopuoliset vesijärjestelmät 82
Sadevesijärjestelmä 82
Salaojajärjestelmä (perustusten kuivatusjärjestelmä) 83
Radon-kaasun pääsyn estäminen rakennuksen sisälle 83
Tehtäviä 84

2. LÄMMITYSJÄRJESTELMÄT

Ohjeet ja luvat 86
Lämmönkehittimet 86
Lämmön jakelu 88
Putkiston asennus 88
Putkiston liitostavat 88
Putkien katkaisu 90
Putkien kierteitys, suunnan muutokset ja taivutukset 90
Putkistot 91
Pumput 92
Venttiilit 92
Lianerottimet 93
Putkistovarusteet 93
Maahan asennettavat lämmitysputkistot 95
Ilmanvaihtolaitteiden lämmitys-, jäähdytysvesi- ja lämmöntalteen-ottoputkistot 95
Lämmönluovutus 96
Patterilämmitys 96
Säteilijät 97
Lattialämmitys 98
Ilmalämmitys 99
Tehtäviä 100

3. ILMANVAIHTO

Ilmanvaihdon tarkoitus 104
Ilman epäpuhtaudet 106
Kanavat 107
Ilmanvaihtokanavien eristäminen .. 110
Kanavan osat ja yhteet 111
Asentaminen 111
Lämmön talteenotto 111
Mittaaminen ja tasapainoitus 111
Käyttö ja huolto 113
Tehtäviä 115

4. KYLMÄTEKNIIKKA

Kylmäasentajan työ 118
Termodynamiikan perusteet 118
Kylmätekninen kiertoprosessi 121
Kylmäalan lainsäädäntö, kylmäaineet ja öljyt 123
Kylmälaitoksen komponentit ja laitteiden toiminta 124
Kylmäkomponenttien ja -putkistojen asentaminen 128
Tehtäviä 129

5. SÄHKÖTEKNIIKKA

Perusteet 132
Sähkötyöturvallisuus 133
Sähkön olemus 133

Tasasähkö, DC 134
(Direct Current) 134
Vaihtosähkö, AC
(Alternating Current) 134
Kolmivaihetekniikka 135
Mittaustekniikka 135
Talotekniset sähköpiirustukset 136
Ohjauspiirikaavio. 137
Rakennuksen sähköverkon
rakenne, komponentit ja
asennustavat 138
Sähkömoottorit 140
Sähkömoottorin huoltotoimet
ja vianhaku 142
Tehtäviä 143

6. TALOTEKNIIKAN JÄRJESTELMIEN HUOLTO JA KORJAUS

LVI-huoltopalvelujen tuottaminen . 146
Huoltosopimukset
ja työtilaukset 146
Vastuunjakotaulukko
ja sopimukset. 146
Työtilauksen tekeminen 147
Huollon suunnittelu, työvaiheiden
ennakointi ja työkalujen ja
materiaalien varaaminen 147
Määräaikaishuollot 148
Laitteistojen huoltoväli 149
Huollontarpeen ilmeneminen 149
LVI-tekniset korvaavat toiminnot
korjauksen ajaksi 150
Tiedotus 151
Korvaavat järjestelmät 151
Kuivaus 152
Rakenteiden avaus 152
Suojaus lisävioilta 153
Asiakaspalvelu 153
Viestimet 155
Pienet rakennustyöt 155
Asennustavan suunnittelu ja
materiaalinkäyttö 156
Olemassa olevien vikojen ja
tulevien vikojen tunnistaminen 156
Asiantuntija-avun pyytäminen 157
Kalvopaisunta-astian rikkoutunut
kalvo tai huono paine 157
Takaisinimusuojaus 158
LV-järjestelmien toimintahäiriöt
ja niiden syyt 158
Hanan lämmön tai virtauksen
säätö 158
Hana tiputtaa, juoksuputken
tiiviste vuotaa – hanan perus-
huolto 159
WC-istuimen vuoto 159
WC-istuimen vaihto 159
Vesipostiventtiilin asennus ja
korjaus. 160
Lattiakaivosta puhaltaa ilmaa tai
tulee hajua 160
Viemärin tukos. 160
Kalusteen vaihto 161
Sulkujen vaihto vesilinjoihin 161
Värillinen vesi 162
Pumpun käyntiääni 162
Paineen tai veden lisäystarve
lämmitysjärjestelmään 163
Lämpötila ei pysy asetuksissa 163
Mittarit ja mittalaitteet 164
Termostaatit 165
Patteriventtiili jumissa. 165
Lämmityksen säätöventtiili ja
termostaatti 165
Eristeet 166
Ilmaus 166
Automaattinen ilmanpoistin. 167
Varoventtiili 167
Kalvopaisunta-astia 168
Lämmitysverkoston paineen
nousu. 168
Mudanerotin ja sihdit 169
Kaukolämmön suodattimen
(ja mudanerottimen) kunnon
tarkastus 169
Asbestivaarojen huomaaminen . . . 169
Vesivahinko 170
Kuivauksen tarpeellisuus ja home-
vaurioiden aiheuttamisen vaara . . . 170
Tiivisteet. 171
Kolmitieventtiili. 172
Korjaustarpeen arviointi ja
kiireellisyys 172
LV-järjestelmien laitteiden vaihdot
ja huollot 173

Käyttäjien opastus tilapäis-
järjestelyistä 173
Jännitteettömäksi tekeminen 173
Sulut 173
Irrotus muusta verkostosta tai
järjestelmästä, sokeointi 174
Lippusiiman ja oman turvalukon
käyttö 175
Tehtäviä 175

7. PUTKISTOT

7.1 Kupariputket 180
Ominaisuudet ja osat 180
Liitokset 181
Liitosvirheet 184
Tehtäviä 185
7.2 PEX-putket 186
Ominaisuudet ja käyttö 186
Työturvallisuus 187
Kovat PEX-putket (komposiitti) 188
Liitokset 188
Tehtäviä 190
7.3 Komposiittiputket 191
Ominaisuudet ja käyttö 191
Työturvallisuus 192
Komposiittiputket ja niiden osat 193
Komposiittiputken liitokset 193
Tehtäviä 196
7.4 PE-putket (polyeteeniputket) 197
Ominaisuudet ja käyttö 197
Liitostavat 198
Ankkurointi 199
Tehtäviä 200
7.5 Liimattavat putket 201
Ominaisuudet ja käyttö 201
Työturvallisuus 202
Liimattavien putkien materiaali 203
Liimattavat putket ja niiden osat 204
Liimattavien putkien liitokset 204
Liimattavien putkien
käyttökohteet 204
Tehtäviä 206
7.6 Valurautaiset viemäriputket 207
Työturvallisuus 207
Asennus 207
Tehtäviä 209
**7.7 Kiinteistön ulkopuoliset
viemäriputkitukset** 210
Työturvallisuus 210
Asentaminen 210
Sadevedet ja salaoja 211
Jätevesien käsittely
haja-asutusalueilla 212
Viemärin korko 214
Viemärin tarkistus 215
Pumppaaminen 216
Eristykset 216
Tehtäviä 217
7.8 Vesijohtokalustus 218
Työturvallisuus 218
Yleisimmät asennustyökalut 218
Yleisimmät asennusmääräykset 219
WC:n asennus 219
Pesualtaan (lavuaari) asennus 221
Pesupöydän asennus 222
Suihkun asennus ja
seinäsekoittajan asennus 222
Siivousaltaan asennus 223
Pesukonehanan asennus 224
Vesipostiventtiilin asennus 225
Tehtäviä 226
7.9 Porakaivot ja pumppaamot 227
Porakaivot 227
Pumppaamot (vesi- ja viemäri-) 228
Tehtäviä 229

Kuvalähteet 230

Talotekniikan piirrosmerkkejä 232
Putkistot 232
Putkivarusteet 233
Sulku-, säätö- ja mittauslaitteet 234
Kojeet ja laitteet 236
Viemäröidyt laitteet 237
Vesijohtokalusteet 239

Hyvä lukija

Tämän kirjan suunnittelu aloitettiin kesällä 2015, kun havaittiin, ettei ammatilliselle koulutukselle suunnattuja helposti lähestyttäviä ja nelivärisiä talotekniikan perusteoksia juuri ollut saatavilla. Alusta lähtien tarkoituksenamme on myös ollut luoda kirja, joka tarjoaa kokonaisuudeltaan ja kieleltään selkeän kokonaiskuvan talotekniikan alasta ja perusteista.

Kirja on kirjoitettu siten, että sitä voi käyttää opetuksessa ja opiskelussa niin toisella asteella, aikuiskoulutuksessa kuin AMK-opinnoissa tai tukena maahanmuuttajien koulutuksessa.

Kirja pyrkii vastaamaan talotekniikan uuden opetussuunnitelman haasteisiin ja tarjoaa opettajille työkaluja sekä monipuolisia harjoituksia opetuksen tueksi.

Haluamme kiittää lukuisia yhteistyökumppaneitamme, jotka ovat auttaneet tämän kirjan teossa muun muassa antamalla käyttöömme kuvamateriaalia.

Toivomme, että kirja antaa lukijoilleen helposti lähestyttävän ja selkeän kuvan talotekniikan perusteista.

Otamme mielellämme vastaan myös palautetta ja kehitysehdotuksia osoitteeseen asiakaspalvelu@sanomapro.fi

Kesäkuussa 2017

Jari Ketola, Veijo Lairi, Mikko Laulumaa ja Juha Nieminen

1.
PERUSTEET

1.1 Työturvallisuus

Työturvallisuus on kaiken laadukkaan työn perusta. Turvallinen työympäristö ja siisteys ovat yksinkertaisia merkkejä siitä, että työ halutaan tehdä kunnollisesti.

Työturvallisuudesta määrätään lailla ja asetuksilla. On kuitenkin hyvä muistaa, että jokainen työntekijä on myös itse vastuussa tekemästään työstä ja työturvallisuusasioiden noudattamisesta. Lain mukaan työturvallisuusrikkomuksista on aina vastuussa joku ihminen. Tämä tarkoittaa myös sitä, että jokaisella työpaikalla on joku nimetty henkilö, joka vastaa työturvallisuudesta.

Työturvallisuutta käsitellään aihealueittain myös tämän kirjan muissa luvuissa. Tässä luvussa käsitellään yleistä työturvallisuutta rakennusalan ja erityisesti talotekniikan töissä.

Nykyisin kaikki rakennuksilla töissä olevat joutuvat käymään työturvallisuuskorttikurssin. Kurssi on kaikille sama, ja se on tarkoitettu osaltaan lisäämään yhteistyötä ja työturvallisuustietoutta rakennuksilla.

Työturvallisuuteen kuuluu monenlaisia asioita. Esimerkiksi siisteys työpaikalla kuuluu työturvallisuuteen. Toisaalta työturvallisuutta on se, että työntekijä tuntee käyttämiensä materiaalien ympäristövaikutukset ja niiden mahdollisilta haitallisilta ominaisuuksilta suojautumisen sekä ympäristön suojaamisen tavat. Myös henkinen hyvinvointi työmaalla on osa työturvallisuutta.

Ensiapukoulutus

Rakennustyömailla työskentelevillä on hyvä olla ensiavun perustiedot. Useimmissa oppilaitoksissa järjestetään opiskelijoille EA1-ensiapukoulutus, josta saa hyvää perusosaamista. Koulutuksen suorittamisesta saa todisteeksi kortin.

Ensiapuaseman tunnus

Jokaisella työpaikalla on työterveyshuollon yhdessä työnantajan kanssa järjestämä ensiapuvarustus ja myös laajemmin ensiaputaitoja osaava työntekijä. Rakennustyömailla tällaisella koulutetulla henkilöllä on usein esimerkiksi henkilökortissaan tunnus (valkoinen risti vihreällä pohjalla), joka kertoo hänen osaamisestaan.

Ensiapukoulutus (EA1 ja EA2) on voimassa vain tietyn ajan, ja se on käytävä kertaamassa säännöllisin välein. Kertauskurssilla käydään läpi päivitettyjä suosituksia ja toimintatapoja. Hätäensiapukurssilla voi myös päivittää ensiaputaitojaan.

Ensiaputaidoista on hyötyä myös harrastuksissa ja vapaa-ajalla, joten niitä voidaan pitää kansalaisen perustaitona. Laki määrää antamaan ensiapua, jos tilanne sitä vaatii.

Työturvallisuuskoulutus

Lähes kaikilla rakennuksilla työskentelevillä on työturvallisuuskortti, ja sen suorittaminen on useimmilla työmailla myös työmaalle pääsyn ehtona. Kortin avulla työntekijä voi osoittaa työturvallisuuden perusosaamisensa. Työturvallisuuskortti on voimassa viisi vuotta, ja se on uusittava ennen voimassaolon päättymistä.

Jokaisella työmaalla järjestetään uusille työntekijöille perehdytys, jossa kerrotaan työmaan työturvallisuuteen liittyvät asiat. Lisäksi uudet työntekijät perehdytetään aina uusien koneiden ja laitteiden käyttöön.

Työturvallisuuskortti

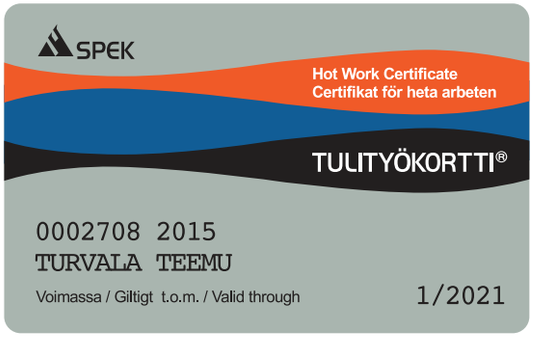
Työpaikoilla on aina työnantajan edustaja (työturvallisuuspäällikkö) ja työntekijöiden edustaja (työsuojeluvaltuutettu), jotka ovat perehtyneet laajemmin työturvallisuusasioihin. Työturvallisuuspäällikkö ja työsuojeluvaltuutettu myös seuraavat ja opastavat työturvallisuusasioissa.

Tulityökoulutus

Tulityöt aiheuttavat onnettomuuksia ja materiaalivahinkoja, jos niitä ei tehdä oikein. Talotekniikan töissä on nykyisin siirrytty sellaisiin työtapoihin, joita ei katsota tulitöiksi. Esimerkiksi kanavien ja putkien katkaisut tehdään nykyisin kipinöimättömillä menetelmillä.

Ammattilaiset eivät enää käytä talotekniikan töissä kulmahiomakoneita kuin poikkeustapauksissa.

Tulityökortti on talotekniikan työntekijöillä lähes pakollinen. Tulitöitä ei saa tehdä ilman suoritettua tulityökurssia. Tulityötä on myös sellainen työ, jossa ei tule kipinöitä mutta muodostuu voimakasta lämpöä. Lämpöpuhaltimenkin käyttö voi siis olla tulityötä.



Tulityökortti

Tulityökorttikoulutus on samalla tavoin standardoitua koulutusta kuin työturvallisuuskorttikoulutus. Kaikki kurssin käyneet saavat samanlaiset valmiudet tulitöiden tekemiseen. Tulityökortti on voimassa viisi vuotta, ja se on uusittava ennen voimassaolon päättymistä. Työpaikoilla annetaan lisäksi työpaikkakohtaista koulutusta ja perehdytystä kyseisen paikan oloihin.

Sähkötyöturvallisuus

Sähkötyöt ovat pääsääntöisesti luvanvaraisia. Luvanvaraisia töitä saavat tehdä niihin koulutetut ammattilaiset. Heidän täytyy suorittaa osana pätevöitymistään sähkötyöturvallisuuskoulutus. Tämäkin koulutus on uusittava määrävälein.

Sähkömiehen käytössä on erikoistyökaluja.

Joitain niin sanottuja jokamiehen sähkötöitä saa tehdä sellainen henkilö, joka varmasti hallitsee niiden tekemisen. Työmaalla sähkötyöt on kuitenkin jätettävä alan ammattilaisille.

Sähkötyöturvallisuuskortti

Telinetyöt

Telineitä rakennettaessa pitää noudattaa telineohjetta. Teline on suunniteltava ja rakennettava niin, että huomioidaan työn ja paikan vaatimukset. Telineessä pitää myös olla telinekortti, jossa on tiedot telineen hyväksynnästä ja tarkastuksesta.

Telineitä pystyttävät siihen perehtyneet, asiallisilla välineillä varustautuneet asentajat.

Pienten kiinteiden ja siirrettävien telineiden osalta tarkastuksia ei aina vaadita, mutta niidenkin tulee täyttää turvallisuusvaatimukset.

Telineistä ei saa poistaa osia ja kaiteita. Kun suuria telineitä muutetaan, ne on aina hyväksytettävä ja tarkastettava uudelleen.

Kemikaalit

Rakennus- ja asennustöissä käytetään paljon erilaisia kemikaaleja. Yleisesti käytetään liimoja ja liuottimia sekä erilaisia öljyjä. Kemikaalien käyttäjän pitää olla selvillä kyseisen aineen ominaisuuksista. On tärkeää esimerkiksi tietää, mitä ensiaputapaa tulee käyttää, jos kemikaalia on roiskunut silmille.

Kemikaalit voivat olla vaarallisia myös ympäristölle, joten niiden jätteiden kierrätys ja hävitys on hoidettava säännösten mukaisesti. Osa tavallisista materiaaleista pitää myös hävittää ongelmajätteinä. Esimerkiksi maalipurkki, jonka pohjalla on hieman maalia, on ongelmajäte. Toisaalta maalipurkki, jossa maali on kuivuneena purkin pohjalla, on normaalia kierrätettävää jätettä.

Tyhjät maalipurkit toimitetaan metallin keräykseen, vaikka niissä olisi hiukan kuivunutta maalia.

Suomessa Turvallisuus- ja kemikaalivirasto Tukes antaa kemikaaleihin liittyvää tietoa ja ohjausta.

Kaasut

Kaasut muodostavat tärkeän osan ympäristöämme. Kaasu on yksi aineen olomuodoista. Esimerkiksi vesi on kaasuna vesihöyryä. Hitsattaessa metallikin voi höyrystyä kaasumaiseksi. Osa kaasuista on ihmisille myrkyllisiä, ja ne aiheuttavat sairastumisen. Kaasuja käytettäessä pitääkin tietää niiden ominaisuuksista.

Käyttöturvallisuustiedotteessa kerrotaan käytettävän aineen eli kaasun vaikutuksesta ja siihen liittyvistä suojautumistarpeista. Useat kaasut ovat hajuttomia ja mauttomia sekä värittömiä, jolloin niiden esiintymistä esimerkiksi huoneessa ei voi havaita ilman mittaria tai muuta indikaattoria. Happeen lisätäänkin usein hajustetta, jotta sen vuodon voisi huomata helpommin. Ilmaa raskaammat kaasut taas täyttävät tilan valumalla sinne. Esimerkiksi kaivannossa kaasu voi täyttää pienen tilan huomaamatta ja syrjäyttää sieltä hapen.

Käsittele kaasuja oikein.

Kaasuja on osattava käsitellä oikein. On esimerkiksi tiedettävä, mikä on kaasupullojen oikea kuljetustapa. Yrityksissä on usein kaasuista vastaava työntekijä, joka on saanut tehtäväänsä asianmukaisen koulutuksen. Myös asentajat joutuvat kuitenkin joskus kuljettamaan kaasupulloja ja niihin liittyviä varusteita. Väärästä kuljetustavasta voi seurata vakavia tapaturmia. Pahimmillaan kaasupulloista voi muodostua ympäristön murskaavia ohjuksia.

Kaasupullon oikea kuljetusasento

Kaasujen käsittelyssä on muutenkin oltava huolellinen. Venttiilit ja sulut kannattaa sulkea taukojen ajaksi ja tietenkin myös aina työn päättyessä. Osa kaasuista syrjäyttää ilman hapen ja on siten vaarallisia. Toiset kaasut taas ovat räjähtäviä sopivina seoksina ilman kanssa ja toiset kiihdyttävät palamisen räjähdysmäiseksi.

Kylmäaineet

Kylmäaineita käytetään jäähdytykseen kotitalouksien ja teollisuuden laitteissa. Kylmäaineet ovat normaalipaineessa kaasuja ja järjestelmissä ollessaan nesteitä. Kylmäaineilla on tunnuksena R-kirjain ja numero. Vanhoilla kylmäaineilla on maapallon suojaavaa otsonikerrosta tuhoava vaikutus. Kotitalouksien kylmäaineena on nykyisin käytössä tuvallisemmiksi tiedettyjä kylmäaineita. Niiden vaikutuksia on tutkittu pitkään ja tutkitaan edelleen.

Vanhat kylmäaineet ovat useimmiten myrkkyjä ja ympäristölle vaarallisia, minkä vuoksi niiden käyttö on kielletty. Asentajan täytyy ymmärtää näiden vanhoissa koneissa mahdollisesti olevien aineiden vaarallisuus. Esimerkiksi ammoniakki voi suurina pitoisuuksina aiheuttaa hengen menetyksen turvottamalla hengitystiet umpeen. Nestemäinen ammoniakki syövyttää ihoa ja aiheuttaa paleltumavammoja.

Kylmäaineita on osattava käsitellä oikein, eikä niitä saa päästää luontoon. Kylmälaiteasennuksia tekevätkin vain niihin koulutetut ja pätevöityneet asentajat.

Asentaja kylmäasennustyössä

Asbesti

Asbesti on Suomessa ollut yleisesti käytetty eriste ja sidosaine. Rakentamisessa sitä käytettiin vielä pitkälle 1990-luvulle asti. Asbesti on huonosti palavaa, minkä vuoksi sitä käytettiin eristeinä seinissä. Vanhat putkieristeet on myös usein tehty asbestista.

Asbesti on näkymätön vaara.

Asbestikuituja suurennettuna

Asbestin vaarallisuus johtuu sen kuidun muodosta. Keuhkokudokseen joutuneet asbestikuidut eivät poistu sieltä, jolloin seurauksena on usein asbestoosiksi eli asbestipölykeuhkoksi nimitetty sairaus. Asbestoosista ei parane, ja sen lopullinen seuraus on kuolema.

Nykyisin laki määrää rakennuttajan selvittämään ennen rakennustöitä vanhoissa rakennuksissa rakenteiden asbestipitoisuudet. Rakennuksissa on tehtävä asbestikartoitus, jonka tuloksen perusteella päätetään, miten purku- ja rakennustyöt tehdään.

Suojaimet

Henkilökohtaistensuojainten käyttö vaihtelee työmaittain. Työpaikalla tehdään riskien arviointi, jonka perusteella määritellään, mitä suojaimia käytetään.

Työnantaja valvoo ja ohjeistaa suojainten käytössä sekä hankkii työtekijälleen henkilökohtaiset suojaimet. Työtehtäväkohtaiset suojaimet taas voi hankkia työnantaja tai esimerkiksi pääurakoitsija.

Työntekijä on velvollinen käyttämään suojaimia.

Työtilassa käytettävät suojaimet

Suomessa työntekijällä on lakiin perustuva oikeus saada käyttää työhön soveltuvia suojaimia. Suojainten käyttöä ei saa kieltää tai rajoittaa esimerkiksi kustannuksiin vedoten. Työntekijän pitää huoltaa ja hoitaa suojaimiaan asianmukaisesti ja ilmoittaa niiden vioista työnantajalle.

Tässä kuvassa on paljon väärin. Mitä puutteita sinä huomaat?

Koneissa ja laitteissa olevia suojia ei saa poistaa ilman painavaa syytä ja esimiehen lupaa. Käytön jälkeen suojat on myös aina palautettava takaisin paikoilleen.

Työmaalla vaaditut henkilönsuojaimet

DESTIA
TOIMIVAMPI MAAILMA

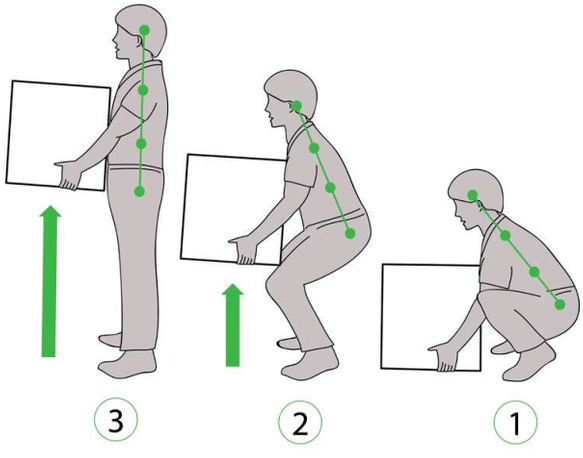
Valtioneuvoston päätöksessä 1407/1993 määritellään henkilösuojaintein käyttöä. Rakennustyömailla on esimerkiksi käytettävä varoitusvaatetusta ja suojajalkineita, joissa on piston kestävä pohja.

Nostotyöt

Rakennuksilla nostellaan ja siirretään paljon tavaroita. Osa siirrettävistä tarvikkeista on vaikean muotoisia tai särkyviä. Asentajien on hyvä ymmärtää erilaisten nostimien ja nostureiden hyödyllisyys. Työnantaja tilaa tarvittaessa kaluston nostotöitä varten.

> Suuret nostotyöt ja erikoisnostot ovat luvanvaraisia, ja niiden toteuttamiseksi tehdään etukäteen nostosuunnitelma. Myös sellaisissa nostoissa, joissa joudutaan vaikkapa katkaisemaan liikenne, on tehtävä suunnitelma.

Nostotöihin liittyy tapaturmavaaroja. Lisäksi väärä nostoasento voi usein toistettuna aiheuttaa vammoja, vaikka kuormitus olisi pieni. Oikea nostoasento on siten tärkeää. Tavaroiden kuljetuksiin on kehitetty myös rasitukselta suojaavia apuvälineitä.



Oikeaoppinen nostotapa

Päihteet

Päihtyneenä työnteko aiheuttaa suuren tapaturmariskin, koska päihteet heikentävät reagointikykyä, tasapainoa ja aisteja. Päihteitä ovat huumausaineet, alkoholi ja väärin käytettyinä tietyt lääkkeet. Aikoinaan päihteiden käyttö työpaikoilla oli yleisempää ja se haittasi enemmän työntekoa, mutta nykyisin Ihmisten ymmärrys ja tietoisuus päihteiden haitoista on parempi.

> Työmaalla ei saa olla päihtyneenä. Rakennuksilla myös tupakointia on yleisesti rajoitettu.

Työpaikoilla halutaan tukea päihteettömyyttä, minkä vuoksi esimerkiksi alkoholiongelmaista ei heti sanota irti vaan hänelle annetaan mahdollisuus saada hoitoa ja selvitä ongelmastaan. Työterveyshuollon kautta alkoholiongelmainen ohjataan hoitoon.

Vaikka tilanne on parantunut, päihteet aiheuttavat edelleen yhteiskunnalle ja työnantajille paljon kustannuksia muun muassa sairauslomapäivien ja tapaturmien myötä. Suurin päihteiden haitta on kuitenkin työturvallisuuden heikkeneminen.

Henkinen työhyvinvointi

Työntekijöiden henkinen hyvinvointi on tavallaan osa työturvallisuutta. Työpaikalla esiintyvä kiusaaminen ja huonot henkilösuhteet voivat aiheuttaa henkistä kuormittumista.

Työssä kiire ja kokemus osaamattomuudesta voivat myös aiheuttaa stressiä ja huonoa oloa ja kotiasiat voivat painaa mieltä.

> Sopiva stressi voi joissain tapauksissa olla eduksi työssä suoriutumiselle. Liiallinen stressi ei kuitenkaan ole ihmiselle hyväksi.

Henkisen hyvinvoinnin ongelmat ovat yleisesti tunnettuja, ja niihin on saatavilla hoitoa ja lääkitystä. Ne kuitenkin aiheuttavat paljon sairastumisia ja töistä poissaoloja ja joillekuille jopa pysyvää työkyvyttömyyttä. Henkiseen hyvinvointiin liittyvät asiat kuuluvat työterveyden alaan, ja niistä on hyvä puhua asiantuntijoiden kanssa. Työhyvinvointiin liittyvät asiat kuuluvat tietenkin myös työnantajalle.

1. Milloin tarvitaan nostosuunnitelma?

2. Minkä taudin asbestille altistuminen aiheuttaa?

3. Mitä ammoniakki voi aiheuttaa ihmiselle?

4. Mikä on telinekortti?

5. Milloin sinä saat tehdä sähkötöitä?

6. Mikä on EA1?

1.2 Materiaalitekniikka

Materiaalitekniikalla tarkoitetaan materiaalien ja niiden käyttötapojen tuntemusta. Tässä osiossa käydään aluksi läpi myös joitakin materiaaleihin vaikuttavia ja niitä mahdollisesti heikentäviä tekijöitä sekä niihin kohdistuvia rasitteita. Talotekniikan ammattilaisen täytyy osata tunnistaa erilaisia materiaaleja ja ymmärtää, mihin käyttötarkoituksiin ne soveltuvat. Myös materiaalien liittäminen ja liitosmenetelmät tulee hallita.

Vanha korroosion vahingoittama teräskate

KORROOSIOLLA tarkoitetaan metalliin kohdistuvaa syöpymistä, johon yleisimmin vaikuttavat ilma ja vesi. Mitä jalompi metalli on, sitä paremmin se kestää korrosion.

> Metallin syöpymistä kutsutaan korroosioksi.

Kosketuksessa tapahtuvaa korroosiota syntyy, kun kaksi eriarvoista metallia koskee toisiinsa. Tuolloin kumpikin metalli rakentaa oksidikerroksen pinnalle mutta epäjalompi metalli alkaa heikomman oksidikerroksensa vuoksi syöpyä. Esimerkiksi raudan oksidikerros on hyvin huokoinen verrattuna kuparin oksidikerrokseen.

Sähkökemiallista korroosiota taas syntyy silloin, kun kaksi eriarvoista metallia joutuu tekemisiin nesteen välityksellä. Tätä myös sähköpariksi kutsuttua reaktiota käytetään hyväksi esimerkiksi akuissa. Mitä kauempana alkuaineiden arvot ovat toisistaan, sitä enemmän ne hapettavat toisiaan.

Korroosion pystyy parhaiten ehkäisemään tuntemalla materiaalit hyvin ja eristämällä ne toisistaan esimerkiksi pinnoitteilla, kuten maalilla.

LÄMPÖKÄSITTELY. Rauta on puhtaassa muodossaan haurasta, mutta kun siihen lisätään eri aineita, se saa erilaisia ominaisuuksia ja siitä voidaan valmistaa esimerkiksi työkaluja ja koneen osia. Raudan olomuotoa voidaan siis jalostaa lisäämällä siihen eri aineita mutta sen ominaisuuksiin voidaan vaikuttaa myös muuttamalla materiaalin lämpötilaa.

> Lämpökäsittelyllä tarkoitetaan tapahtumaa, jossa raudan lämpötilaa nostamalla ja laskemalla saadaan kappaleeseen erilaisia ominaisuuksia, esimerkiksi sitkeyttä tai kovuutta.

ULTRAVIOLETTISÄTEILY eli UV-säteily on sähkömagneettista säteilyä, jonka tärkein lähde on aurinko. UV-säteily vaikuttaa heikentävästi eri materiaaleihin, esimerkiksi haurastuttamalla ja haalistamalla niitä. Ihminen on myös herkkä UV-säteilylle, minkä vuoksi ihoalueet ja silmät tulisi auringonpaisteella suojata hyvin suurelta UV-säteilyaltistukselta.

> Liiallinen UV-säteily aiheuttaa muun muassa ihosyöpää.

Li	K	Ca	Na	Mg	Al	Fe	Ni	Pb		Cu	Hg	Ag	Pt	Au

Sähkökemiallinen jännitesarja epäjalosta (vasemmalta) jaloon

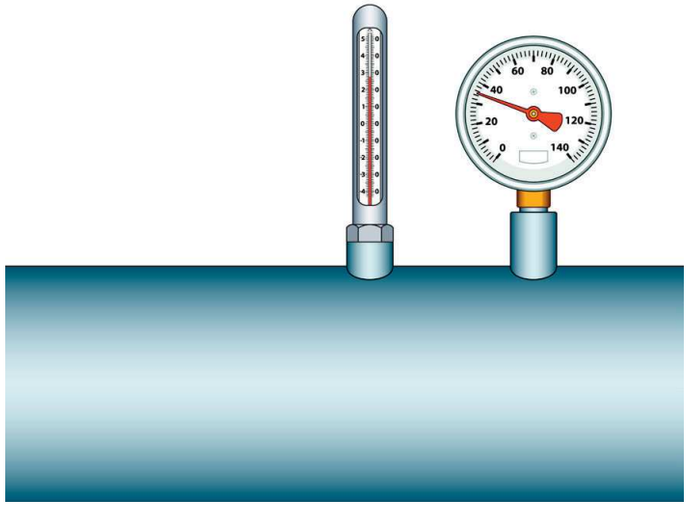
Kaarihitsauksessa syntyy UV-säteilyä.

Hitsatessa syntyy haitallista UV-säteilyä ja myös IR-eli infrapunasäteilyä. Näiltä kummaltakin tulee suojautua asianmukaisilla hitsauslaseilla tai -naamarilla sekä suojavaatteilla.

UV-säteilyä käytetään nykyään myös juomaveden puhdistamiseen. Tällöin käyttövedestä poistetaan UVC-säteillä mikrobit ja muut haitalliset eliöt.

Ilmanvaihdossa UV-säteilyä puolestaan käytetään rasvan erotteluun esimerkiksi suurkeittiöissä ja ravintoloissa, joissa likaisen ja rasvaisen ilman määrä on vuorokaudessa suuri. UV-säteilyputket asennetaan imureihin ja kanaviin niin, etteivät ne ole ihmiselle näkyvissä. Käytännössä ultraviolettisäteily hajottaa rasvan, jolloin suurin osa siitä poistuu poistoilman mukana ja kanavistot pysyvät kauemmin puhtaina ja paloturvallisina.

LÄMPÖENERGIA ja liike-energia ovat käytännössä sama asia. Mitä suurempi liike on, sitä enemmän aine myös laajenee ja lämpenee. Lämpöliikettä voikin sanoa aineen hiukkasen liike-energiaksi.



Putkiston lämpömittareita

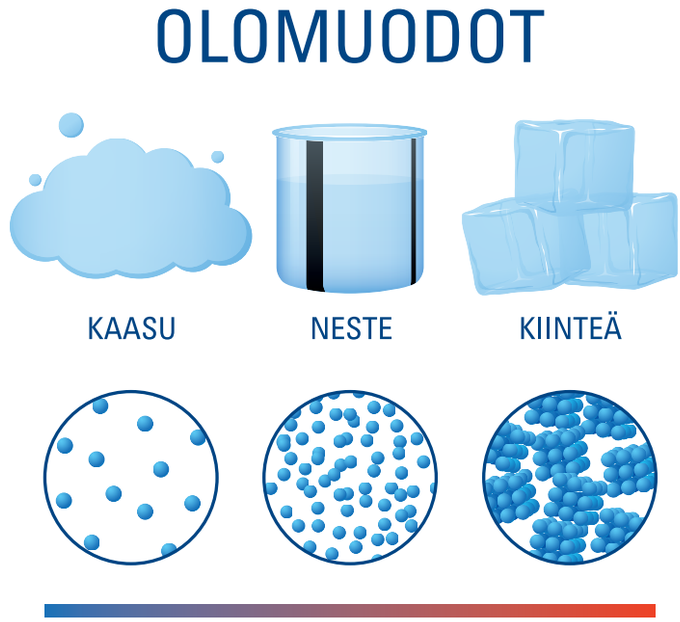
ERILAISIA TEOREETTISIA LÄMPÖTILOJA:	
°C	**Tapahtuma**
−273,15	Absoluuttinen nollapiste
−182,96	Happi muuttuu nestemäiseksi
−90	Kylmin maapallolla luonnossa mitattu lämpötila
0	Veden jäätymispiste
21	Huoneen lämpötila
36,5	Ihmisen normaali ruumiinlämpö
57	Kuumin maapallolla luonnossa mitattu lämpötila
100	Veden kiehumispiste (merenpinnan korkeudella)
1 535	Raudan sulamispiste
5 505	Auringon pintalämpötila

Olomuodot

Aineiden tavallisimmat olomuodot ovat kaasu, neste ja kiinteä. Olomuodot muuttuvat muun muassa höyrystymisen, jähmettymisen ja sulamisen myötä. Kaasumuodossa aineen energia on niin suuri, että sen molekyylit ja atomit liikkuvat vapaasti tilassa törmäillen toisiinsa tai muihin tilassa oleviin esteisiin ja partikkeleihin.

Nesteessä hiukkaset taas ovat niin lähellä toisiaan, että sähköiset voimat sitovat hiukkaset toisiinsa kiinni, mutta ne pääsevät kuitenkin liikkumaan toistensa lomitse. Törmäyksiä tapahtuu nesteessä paljon enemmän kuin kaasussa, sillä nesteessä hiukkaset ovat koko ajan hyvin lähellä toisiaan.

Kiinteässä olomuodossa aineen partikkelit ovat sidoksissa rakenteeseen, jossa lämpöliike tapahtuu edestakaisena värähdyksenä.



Kaasut

Hengitysilma koostuu erilaisista kaasuista, ja niiden välinen suhde on elintärkeä paitsi ihmisille myös erilaisille eliöille.

Ilma on kaasujen seos.

Aine	Pitoisuus ilmakehässä
Typpi (N_2)	78,1 %
Happi (O_2)	20,9 %
Argon (Ar)	0,93 %
Hiilidioksidi (CO_2)	0,039 %
Neon (Ne)	0,0018 %
Helium (He)	0,0005 %
Metaani (CH_4)	0,00017 %
Krypton (Kr)	0,00011 %
Vety (H_2)	0,00005 %
Otsoni (O_3)	0,000004 %

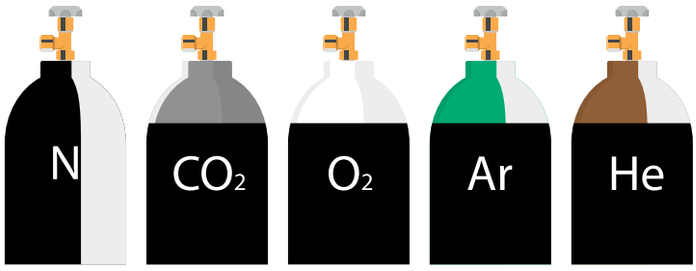
TEOLLISUUSKAASUJA käytetään monilla teollisuudenaloilla, esimerkiksi rakennus-, elintarvike-, elektroniikka- ja lääkealalla. Talotekniikan alalla teollisuuskaasut tulevat tutuksi lähinnä hitsattaessa ja kylmäaineissa. Kaasuja käytetään erikseen sellaisenaan tai niiden ominaisuuksia voidaan yhdistää, jolloin puhutaan seoskaasuista.

Hitsattaessa teollisuuskaasuja käytetään joko palokaasuna tai suojakaasuna. Palokaasulla tarkoitetaan kaasuja (asetyleeni ja nestekaasu), joiden palamisesta saadulla energialla lämmitetään, muokataan tai hitsataan metalleja. Suojakaasujen tehtävänä taas on edistää hitsaamista, syrjäyttää hitsausalueelta happi ja typpi sekä jäähdyttää hitsainta.

Kaasuja käytetään joko sellaisenaan tai seoskaasuina.

Teollisuuskaasuja:

- argon (Ar)
- asetyleeni (C_2H_2)
- happi (O_2)
- helium (He)
- hiilidioksidi (CO_2)
- nestekaasu
- typpi (N_2)
- vety (H_2)



Teollisuuskaasupullojen värikoodeja

Argon on useimpien seoskaasujen pohjana. Se on inertti eli reagoimaton kaasu.

Asetyleenia käytetään yleisesti polttokaasuna, ja hapen kanssa sillä saavutetaan jopa 3200 °C:n lämpötila.

Happi on hajuton ja väritön sekä ilmaa raskaampi kaasu. Happi ei ole syttyvää, mutta se pitää yllä palamista ja lisää palon lämpötilaa.

Helium on inertti kaasu, jota käytetään muun muassa seoskaasuissa ja titaanin TIG-hitsauksessa.

Hiilidioksidi taas on hapettava kaasu, jota käytetään osana seoskaasua (suojakaasu).

Nestekaasua (propaani) käytetään talotekniikan alalla yleisesti juottamiseen. Nestekaasuliekin lämpötila on kuitenkin huomattavasti happi-asetyleeniliekkiä matalampi.

Typpeä käytetään TIG-hitsauksessa estämään pistekorroosiota.

Vetyä käytetään TIG-hitsauksessa parantamaan tunkeumaa ja lisäämään hitsausnopeutta.

Metallit

Rautametallit ovat yleisimpiä käytössä olevia metalleja, koska niitä esiintyy maapallolla runsaasti ja ne ovat helposti muokattavia. Rauta voidaan hiilipitoisuutensa vuoksi jakaa karkeasti seuraavasti:

puhdas rauta (Fe)	0–0,05 % hiiltä
teräs	0,05–1,7 % hiiltä
valurauta	1,7–4,5 % hiiltä
raakarauta	~4 % hiiltä

Rautavalu

YLEISIMPIÄ METALLEJA:		
Metalli	**Lyhenne**	**Sulamispiste (°C)**
Alumiini	Al	660,4
Elohopea	Hg	−38,9
Hopea	Ag	961,8
Koboltti	Co	1 495
Kromi	Cr	1 907
Kulta	Au	1 063
Kupari	Cu	1 085
Lyijy	Pb	327,5
Mangaani	Mn	1 246
Mangnesium	Mg	650
Molybdeeni	Mo	2 623
Nikkeli	Ni	1 455
Platina	Pt	1 772
Plutonium	Pu	639,4
Rauta	Fe	1 538
Sinkki	Zn	419,5
Tina	Sn	231,9
Titaani	Ti	1 668
Vanadiini	V	1 910
Volframi	W	3 410

Muovit

Muovien käyttö on viimeisten 100 vuoden aikana lisääntynyt räjähdysmäisesti. Erilaisia muoveja on kymmeniä tuhansia, koska muoveja on pitkien hiilimolekyyliketjujen ansiosta helppo muokata.

Muovisia viemärin osia

Muovit ovat hyviä eristeitä, ja myös niiden kemiallinen kestävyys on hyvä. Ne eivät kuitenkaan kestä suuria lämpötiloja, toisin kuin metallit.

Yleisiä muovien raaka-aineita ovat muun muassa

- ilma
- kemian tuotteet
- luonnontuotteet
- mineraalit
- vesi.

Muovit jaetaan kolmeen ryhmään:

- luonnon muoveihin
- silikoneihin
- öljypohjaisiin muoveihin.

Lisäksi muovit jaetaan kierrättävyytensä perusteella kerta- ja kestomuoveihin. Kestomuovit voidaan sulattaa ja muokata uudestaan käyttöön.

Hiilikuitu

Hiilikuitua käytetään, kun tuotteelle halutaan saada suuri kestävyys, ilman että sen paino lisääntyy. Tyypillisimpiä hiilikuidun käyttökohteita ovat ilmailu- ja autoteollisuuden tuotteet. Yleensä hiilikuiturakenteita muodostetaan lamelleista eli lisäämällä hiilikuitukerroksia toisensa päälle, kunnes haluttu lujuus tai paksuus on saavutettu. Hiilikuitu ei kestä kovia iskuja.

Hiilikuitukomposiittia

Keraamiset aineet

Teollisuudessa keraamiset materiaalit eli keraamit valmistetaan jauheesta siten, että ne ensiksi muotoillaan, yleensä muottiin, minkä jälkeen ne puristetaan kovassa lämpötilassa lopulliseen muotoonsa. Keraamisia osia tarvitaan kohteissa, joissa vaaditaan hyvää lämmönkestoa, kemiallista kestävyyttä, korroosion kestävyyttä ja kovuutta. Osat ovat kuitenkin hauraita ja siten herkkiä esimerkiksi iskuille ja tippumisen aiheuttamalle särkymiselle. Talotekniikassa keraamisia osia voi tulla vastaan esimerkiksi koneissa ja tiivistyslevyissä.

TIG-hitsauksessa käytetään keraamista suojakaasusuutinta.

Kumit

Kumipuusta saatavaa luonnonkumia on käytetty jo vuosisatoja, mutta teollisuuskäyttöön se on tullut paljon myöhemmin. Nykyään luonnonkumia käytetään teollisuudessa eniten ajoneuvojen renkaiden valmistukseen. Kumin luontainen ominaisuus on joustavuus, ja se pyrkii palautumaan takaisin omaan muotoonsa. Nykyään luonnonkumin ovat osittain syrjäyttäneet synteettiset eli keinotekoiset kumit. Synteettisiä kumeja on kymmenittäin, ja jokaisella niistä on omat erikoisominaisuutensa: toiset kestävät hyvin öljyjä ja kemikaaleja ja toiset taas lämpöä.

Kumin tärkeimpiä ominaisuuksia ovat

- eristyskyky
- kulutuskestävyys
- kemiallinen kestävyys
- ilma- ja vesitiiviys
- joustavuus
- lujuus.

Tyypillisiä kumituotteita: auton renkaat

Voiteluaineet ja -nesteet

Voiteluaineita käytetään tekniikan alalla koneiden ja laitteiden käytön ja huollon yhteydessä. Yleensä niiden tehtävänä on suojata osia korroosiolta ja vähentää kitkaa.

Kaivinkoneen voiteluaineita vaativia osia

Voiteluaineita käsiteltäessä puhutaan usein viskositeetistä, jolla tarkoitetaan aineen juoksevuutta. Mitä juoksevampaa öljy on, sitä pienempi on sen viskositeetti.

Voiteluaineet voidaan karkeasti jakaa öljyihin, rasvoihin ja hydraulinesteisiin. Öljyjä käytetään esimerkiksi moottoreissa, rasvoja hammaspyörästöissä ja hydraulinesteitä järjestelmissä, joissa tarvittava teho tai voima saadaan aikaiseksi korkealla paineella.

TEHTÄVIÄ

1. Miksi rauta ruostuu, jos sitä ei suojata?

2. Minkälaisia menetelmiä voidaan käyttää raudan ruostumisen ehkäisemisessä?

3. Mitä tarkoitetaan viskositeetillä?

4. Luettele, mitä metalleja ammatillisissa opinnoissasi käytetään ja mitä hyviä tai huonoja ominaisuuksia niillä on.

5. Mistä raakakumi on peräisin?

6. Missä hiilikuitua käytetään?

7. Mihin PVC-putkia käytetään?

8. Mitä teollisuuskaasuja olet käyttänyt opintojesi aikana?

9. Mille haittavaikutuksille altistut hitsatessasi?

10. Laadi esitelmä jostakin seuraavista aiheista:

- aineen eri olomuodot
- hiilikuitu
- keraamiset aineet
- korroosio
- kumit
- muovit
- ultravioletti- ja infrapunasäteily
- voiteluaineet ja -nesteet.

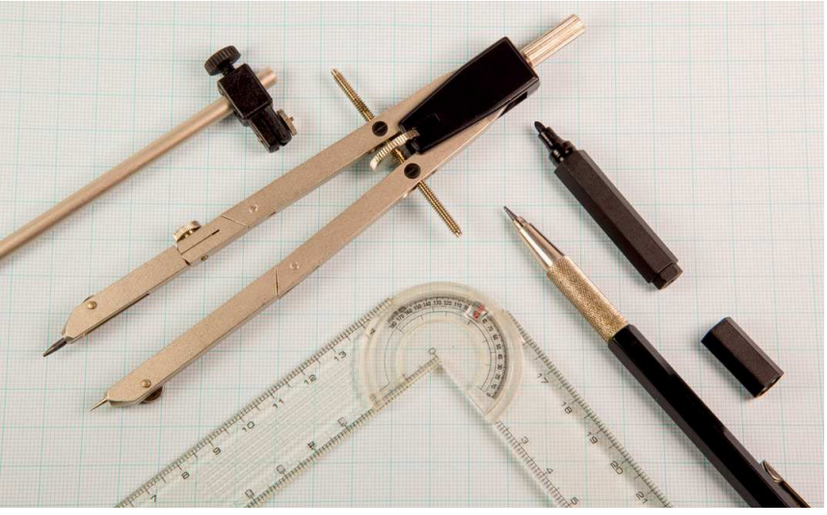
1.3 Tekninen piirtäminen

Teknisellä piirtämisellä tarkoitetaan suunnitelman havainnollistamista piirtämällä, joko kynällä tai tietokoneavusteisesti (CAD-piirtäminen). CAD-piirtäminen on lisääntynyt suuresti jo parikymmentä vuotta, mutta käsin havainnollistamisen taitoa kannattaa edelleen pitää yllä, koska rakennusalalla tulee usein vastaan tilanteita, jossa joudutaan tekemään kompromisseja ja muutoksia. Työmaaneuvotteluiden ja asennusten yhteydessä keskustelut voi dokumentoida piirtämällä ja valmiista asennuksista tehdään käsin piirtämällä punakynäversiot.

Piirustusvälineet

Yleisimpiä piirustusvälineitä ovat

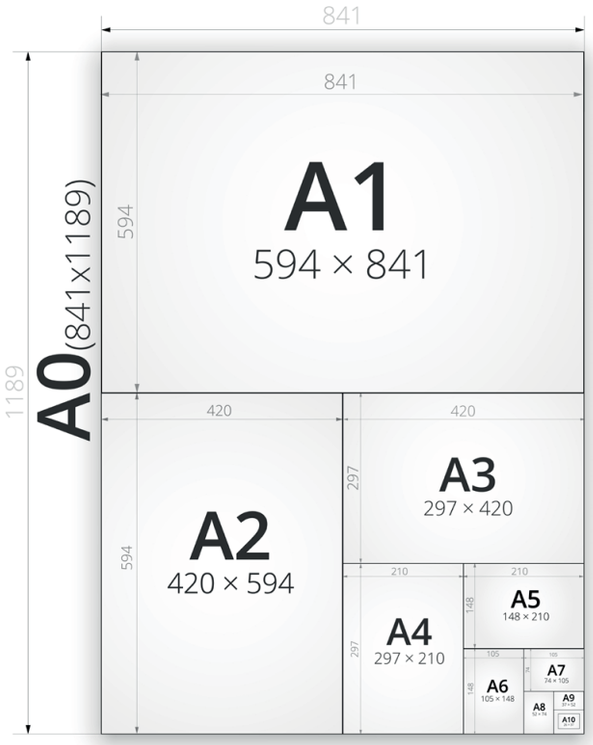
- geokolmio
- harppi
- kapeakärkinen tussi
- kumi
- laskin
- lyijykynä
- teroitin
- viivain.



Perinteisiä piirustusvälineitä

Paperikoot on standardisoitu. Suomessa käytössä oleva koko on A-koko.

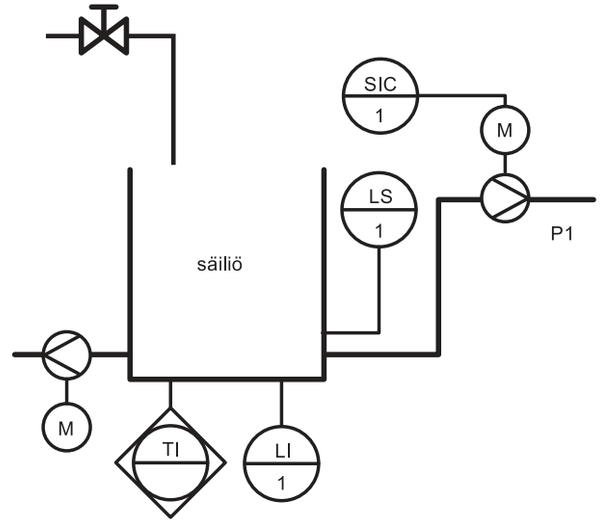
A4 = 297 mm x 210 mm



A-kokojen suhteet

Piirrosmerkit

Piirrosmerkeillä on tarkoitus havainnollistaa ja kertoa yksinkertaistetusti, mistä esimerkiksi kojeessa tai tapahtumassa on kyse. Piirrosmerkit ovat omalla tavallaan koodikieltä, joka selventää rakennettavan kohteen mittoja ja toimintaa ja selkeyttää piirroksen lukemista.



Prosessikaavio piirrosmerkkeineen

Viivalajit

Jotta piirustuksissa pystyttäisiin kuvaamaan mahdollisimman selkeästä ja yksityiskohtaisesti eri asioita, käytetään erilaisia viivoja ja myös eri viivan paksuuksia. Näin asioita saadaan paremmin esille.

PIIRROSMERKKI	SELITYS
Ehyt viiva	Putki, hormi tai laite näkyvissä leikkaustason alapuolella tai takana. Mitta- ja pisteviivat, piirrosmerkkien ääriviivat.
Katkoviiva	Putki, hormi tai laite näkymättömissä leikkaustason alapuolella tai takana. Apuviivat.
Pistekatkoviiva	Putki, hormi tai laite näkyvissä leikkaustason yläpuolella tai edessä. Keskiviivat, leikkausrajat.
Kaksoispistekatkoviiva	Putki, hormi tai laite näkymättömissä leikkaustason yläpuolella tai edessä.
	Poistettava putki, hormi tai laite.

Yleiset viivalajit

Luonnokset

Piirtäminen aloitetaan aina luonnoksesta tai havainnollisesta valokuvasta. Tämän jälkeen suunnitelma piirretään tarpeen mukaan tietokoneavusteisesti puhtaaksi ja siihen lisätään tarkat mitat ja tarvittavat lisätiedot.

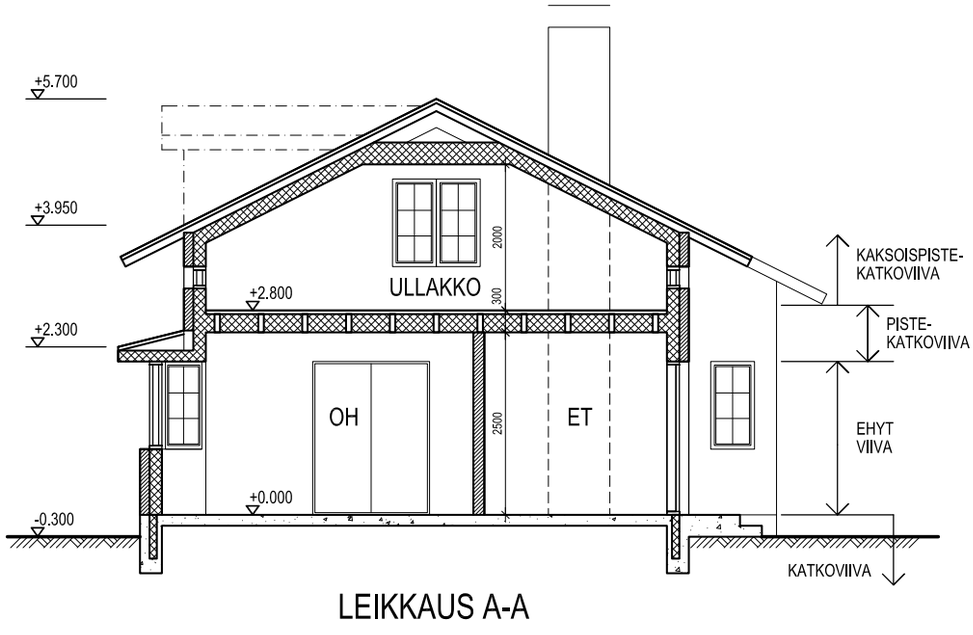
Luonnos

Leikkauspiirrokset

Leikkauspiirroksia käytetään silloin, kun halutaan esittää tietoja kappaleesta, jonka sisällä on tärkeitä rakenteita. Leikkauksia voi tehdä useita erilaisia:

- kokoleikkaus
- puolileikkaus
- osaleikkaus.

Leikkauspinnat viivoitetaan 45 asteen kulmassa.

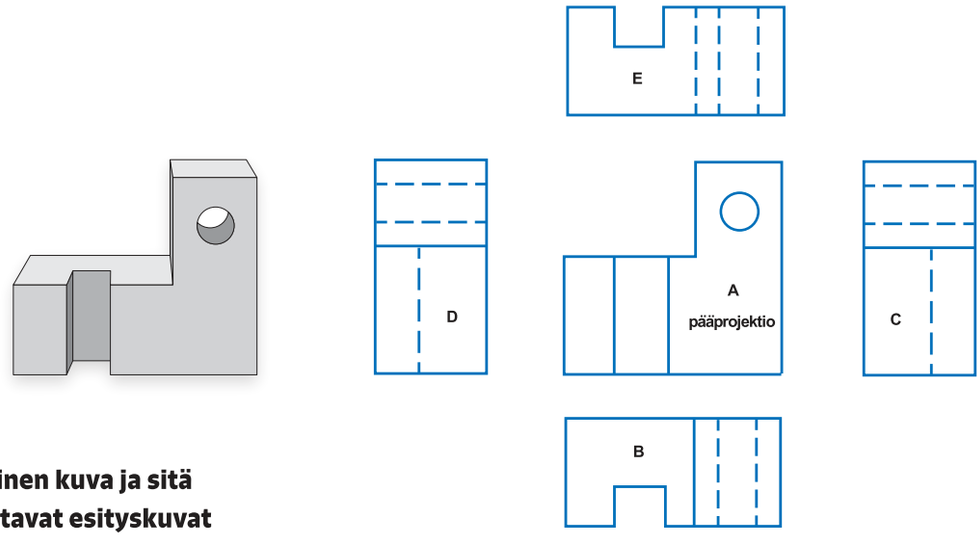


LEIKKAUS A-A

Leikkauspiirustus

Kuvannot

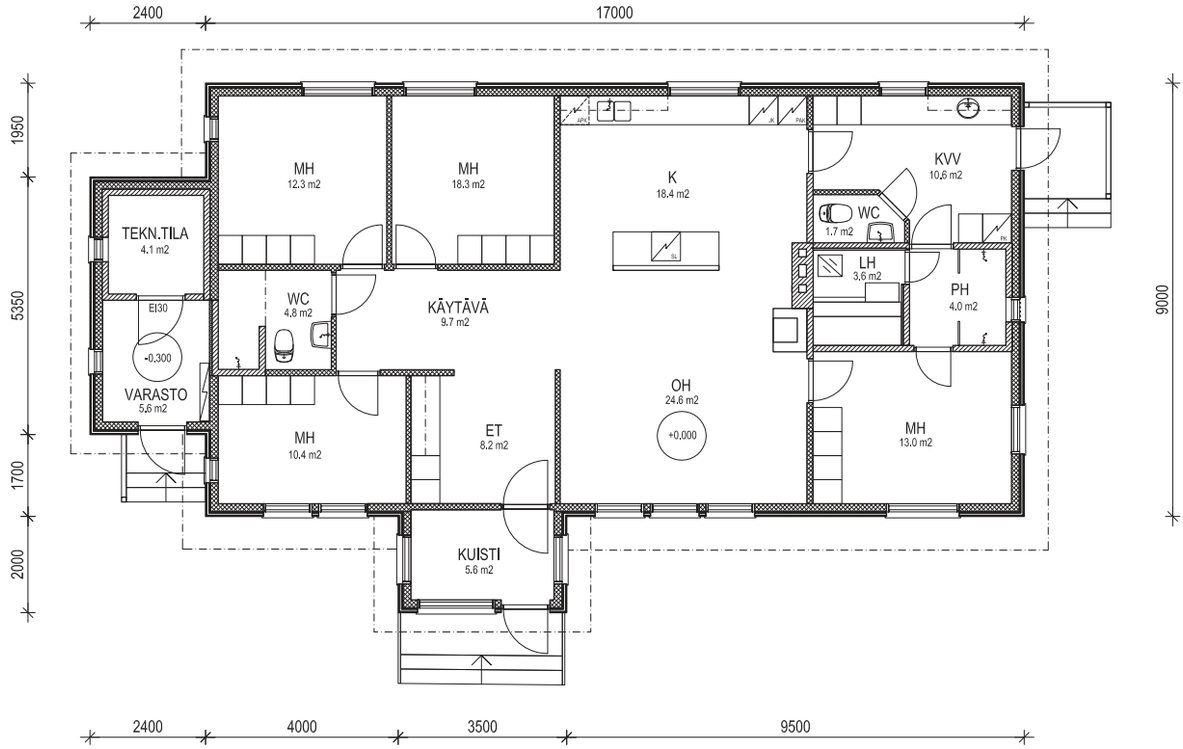
Kohteen esittämiseen on valittava oikeanlainen ja sopiva kuvanto. Kuvannolla tarkoitetaan esityskuvaa, jolla kappale tai kohde saadaan esitetyksi mahdollisimman hyvin ja selkeästi. Jotta osaa piirtää havainnollistavan kolmiulotteisen perspektiivi kuvan, tulee ensin ymmärtää eri kuvaussuunnat.



Kolmiulotteinen kuva ja sitä havainnollistavat esityskuvat

Pohjapiirros

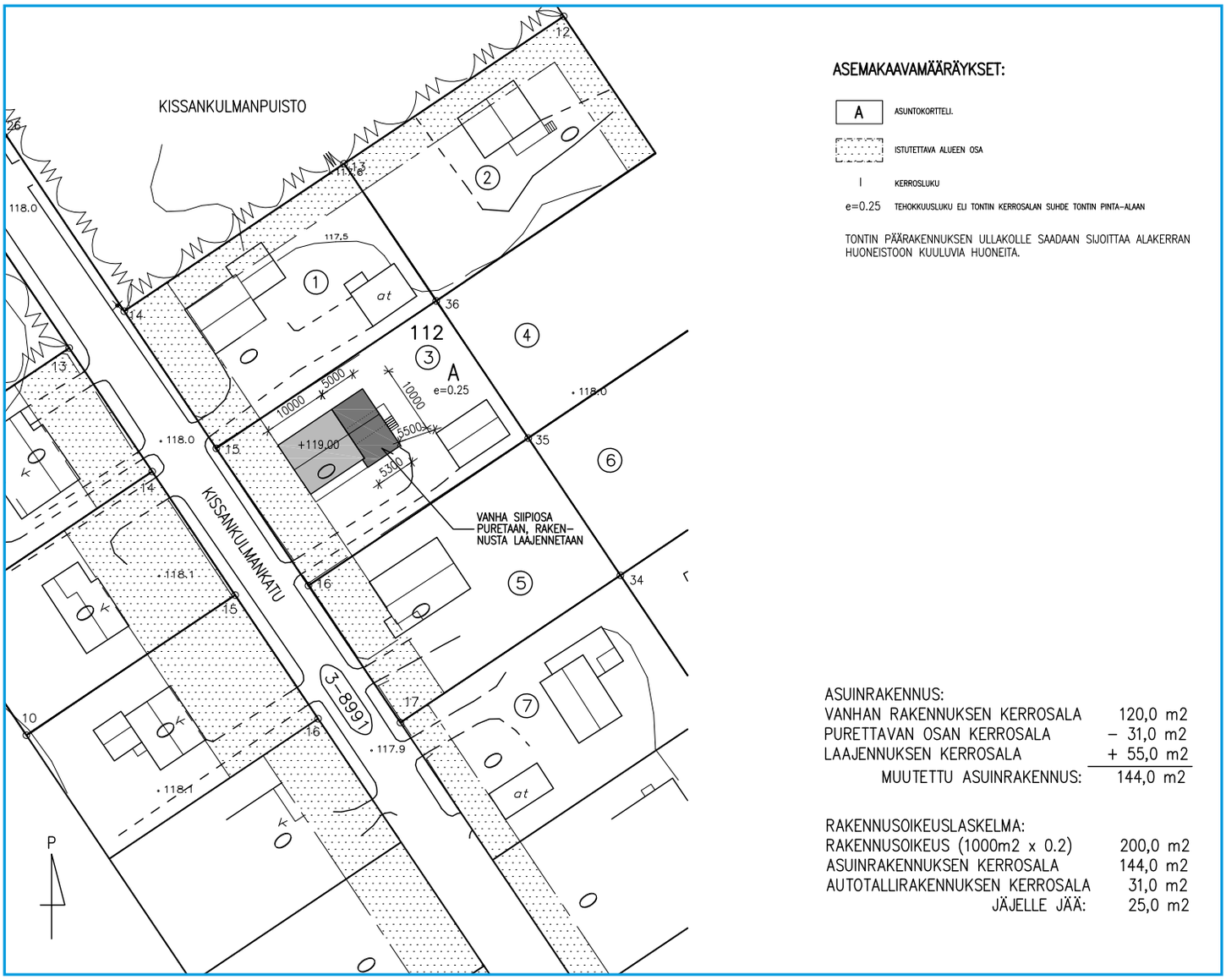
Pohjapiirroksesta selviää asunnon kerroksittainen rakenne. Yksinkertaisimmillaan kuvaan on merkitty ja nimetty asuintilat, mutta siihen on voitu sisällyttää myös paljon muuta tietoa. Jos pohjapiirrokseen kerätään paljon tietoa, on suositeltavaa, että piirtäjä käyttää eri piirustusohjelmien tasoja, joita voidaan ottaa esille tai sulkea tarpeen mukaan.



Omakotitalon pohjapiirros

Asemapiirros

Asemapiirroksella tarkoitetaan ylhäältä kuvattua piirrosta, joka yleensä kuvaa suurta aluetta, esimerkiksi omakotitalon tonttia. Asemapiirroksesta selviävät rakennusten sijainti ja tiedot maastosta sekä niiden sijainti myös korkeuden suhteen. Asemakaava taas kuvaa suurempaa aluetta.

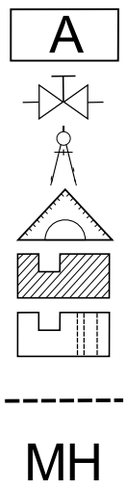


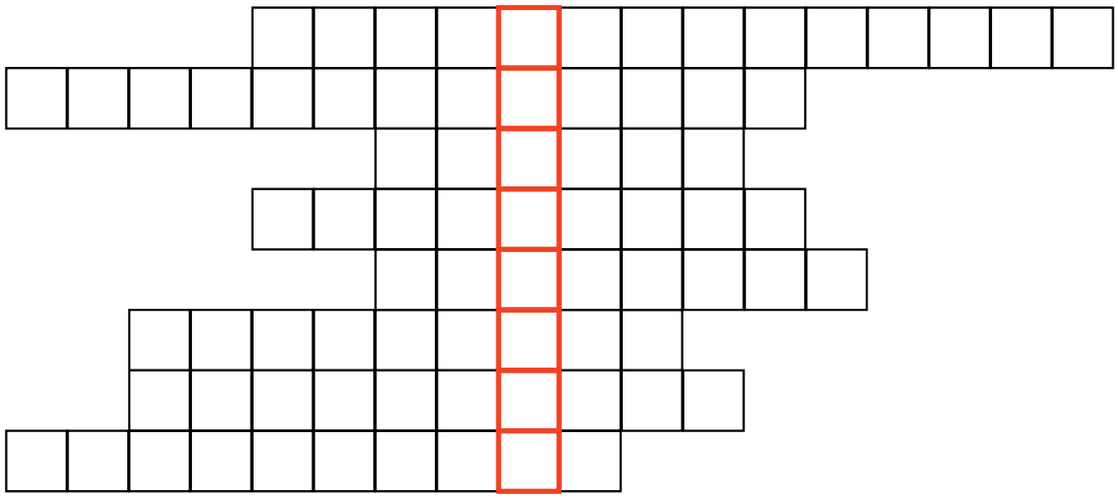
Asemakaava

1. Tutustu opettajan antamaan (valmiiseen) rakennuksen pohjakuvaan ja tunnista siitä erilaisia viivatyyppejä sekä rakennusteknisiä piirrosmerkkejä (symboleita).
2. Piirrä valitsemasi tai saamasi kappale eri katsontasuunnista eli projektioista.
3. Mitä rakennuksen pohjapiirroksesta selviää?

4. Mitä asemapiirroksesta selviää?

5. Ratkaise ristikko.





1.4 Mittaaminen

Mittaaminen on rakennustyömailla tärkeää. Työssä on osattava mitata tarkoituksellisia asioita ja käyttää tarkoitukseen sopivia välineitä ja niissä oikeita yksikköjä.

Mittaamisen tulosten tulkittavuuden kannalta on ehdottoman tärkeää, että mittaus on suoritettu oikein. Mittaajan täytyy myös ymmärtää käyttämänsä mittayksikön toleranssi ja virhemarginaali.

Työntömitta, piirustus ja mitattava kappale

Mittauksessa on aina jonkinlainen virhemarginaali.

Yksiköt ja järjestelmät

Mittayksikköä käytetään apuvälineenä, jotta mitattuja tuloksia voidaan vertailla keskenään. Euroopassa pituuden mittaamiseen käytetään yleisesti metriksi kutsuttua yksikköä. Metri on jaettu niin sanottuihin kerrannaisyksikköihin eli pienempiin ja suurempiin osasiin. Pienempiä osia ovat esimerkiksi senttimetri ja millimetri. Metriä isompi mittayksikkö on kilometri (1000 m).

Kaikki käytetyt mittayksiköt eivät ole kymmenellä jaollisia.

Kansainvälisen mittayksikköjärjestelmän SI-järjestelmän perusyksiköitä ovat pituuden yksikkö metri, massan yksikkö kilogramma, ajan yksikkö sekunti, sähkövirran yksikkö ampeeri, lämpötilan yksikkö celsius, absoluuttisen lämpötilan yksikkö kelvin, ai-

nemäärän yksikkö mooli, paineen yksikkö pascal ja valovoiman yksikkö kandela. Perusyksiköt on määritelty luonnonvakioiden ja luonnonilmiöiden pohjalta.

Mailin käyttäminen mittayksikkönä perustuu vanhaan brittien järjestelmään, jossa pituusmittana on maili. Muita tämän järjestelmän pituuden yksikköjä ovat tuuma, jalka ja jaardi. Lisäksi Yhdysvalloissa ja parissa muussa pienemmässä maassa käytetään SI-järjestelmästä poikkeavia yksiköitä.

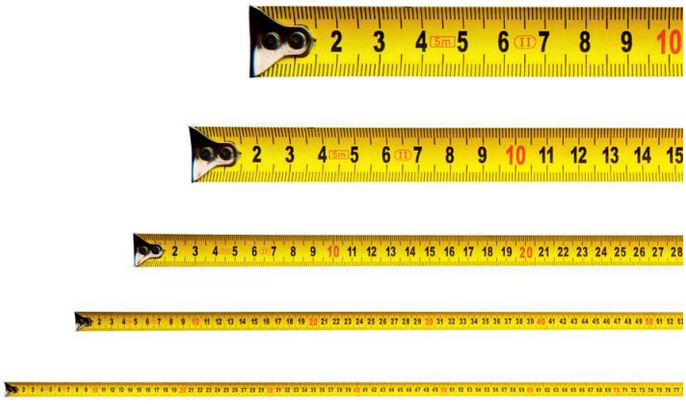
Mittalaitteet

Eri ilmiöiden tutkimiseen käytetään erilaisia mittayksiköitä ja mittalaitteita. Asentajan on hyvä ymmärtää käyttämänsä mittayksikkö ja sen sopivuus haluamansa asian mittaamiseen. Mittausvirheitä voi syntyä mittausmenetelmästä, mittaajasta ja mittalaitteesta johtuvien syiden vuoksi. Mittavirheiden suuruutta on myös hyvä osata pohtia ja huomioida työssä.

Mittalaitteeseen sisältyvät aina toleranssi ja virhemarginaali.

Rullamitalla voidaan mitata etäisyyksiä. Rullamitan asteikossa pienin yksikkö on millimetri (mm). Asteikon luonteen vuoksi sillä voidaan siten yleisesti ottaen mitata noin parin millimetrin tarkkuudella.

Tarkkuusmittanauhoissa on tarkempi toleranssi, ja niillä voidaan mitata lähes millimetrin tarkkuudella.



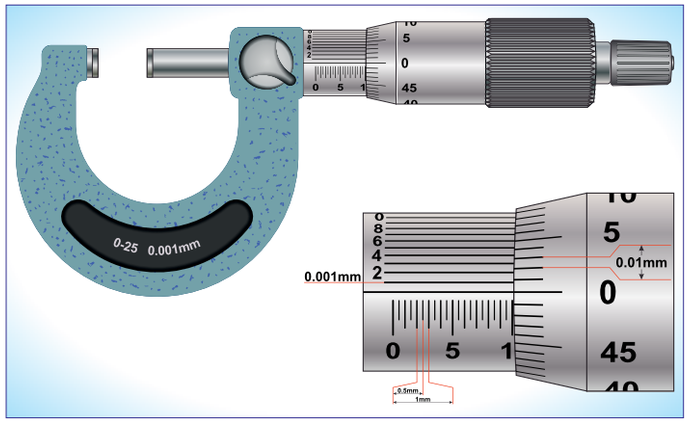
Erilaisia rullamittoja

Mittaukseen on valittava siihen sopiva väline.

Työntömitta

Tarkempia pituusmittoja ja erityisesti kappaleiden halkaisijoita mitataan työntömitalla ja mikrometrillä. Kaikkien tekniikan aloilla työskentelevien on hyvä osata käyttää ainakin työntömittaa. Sen avulla on helppo tunnistaa pulttien koko ja mitata vaikkapa poranterän halkaisija.

Mittayksikkö ja sen myötä myös mitta tulee valita mittauskohteen mukaan.



Mikrometri ja sen mittatarkkuus

Etäisyyksiä mitataan myös muuten kuin mekaanisilla apuvälineillä. Laseria voidaan käyttää kohteen etäisyyden mittaamiseen. Sillä on helppo mitata usean metrin etäisyyksiä, eikä sen mittatulos muutu esimerkiksi lämpölaajenemisen vuoksi.

Laseretäisyysmittari

Takymetrillä mitataan myös etäisyyksiä, ja sillä on helppo mitata kulmia. Takymetriä käytetään maanmittauksissa kartoitukseen ja muihin vastaaviin tarkoituksiin.

Takymetri

Takymetristä ja laseretäisyysmittaria toiminnoiltaan muistuttava taso- ja linjalaser on tavallinen työväline rakennustyömailla. Linjalaserilla voidaan merkitä rakenteisiin vaikkapa kannakkeiden paikat ja hakea timanttisahurille reiän paikka. Linjalasereita on kiinteitä ja pyöriviä malleja, ja useat niistä keskittävät eli tasapainottavat itsensä suoraan.

Tasolaser (kuva: Leica Geosystems)

Laserit ovat syrjäyttäneet vesivaa'at ja luotilangat rakennuksilla. Joissakin asennuksissa on kuitenkin helpompi käyttää vesivaakaa kuin laseria. Putkien asennuksessa magneettisesta pienestä manuaalisesta vesivaa'asta eli "vatupassista" on usein suuri hyöty. Toisaalta niitäkin on lasereina ja digitaalisina.

Vesivaaka

Lasermittalaitteista on myös erikoissovelluksia, kuten putkilaser, jota voidaan käyttää apuna esimerkiksi metallien 3D-työstössä.

> Lasermittalaitteet ovat kalliita, ja niiden käsittelyssä pitää olla huolellinen.

Usein rakennuksessa pitää tutkia asioita, joita ei näy. Rakenteiden sisältä saattaa esimerkiksi olla tarpeellista löytää rautaa tai sähköjohtojen paikkoja. Tähän tarkoitukseen voidaan käyttää rakenneilmaisinta eli rakennetutkaa.

Rakenneilmaisin

Rakenteiden sisään voidaan katsoa myös kameralla tai endoskoopilla. Viemärikamera näyttää kuvaa viemärin sisältä. Kameran kuvauspää työnnetään putkeen tai hormiin pitkän taipuisan suojatun kaapelin avulla. Usein viemärikamera mittaa myös kaapelin kulkemaa matkaa ja auttaa siten tunnistamaan vauriokohteiden sijainnin.

Viemärikamera (kuva: Inspector Sec Oy)

> Viemärin tutkimiseen valitaan tilanteen mukaan siihen sopiva tapa.

Joskus rakenteista halutaan selvittää niiden kosteus. Siihen voidaan käyttää pinnankosteusmittaria eli pinnankosteuden tunnistinta.

Pinnankosteuden tunnistin (kuva: Inspector Sec Oy)

Usein kuulee, että pinnankosteusmittarilla on mitattu väärin tai vääriä asioita. Pinnankosteusmittari kertookin vain rakenteen pinnan kosteudesta.

> Pinnankosteutta mitattaessa mittaajan täytyy osata tulkita ja selittää tuloksia.

Lämpökamera

Lämpötilan mittaukseen on pitkään käytetty manuaalisia nestepatsasmittareita. Infrapunalämpömittarilla voidaan mitata rakenteiden sisäistä ja niiden johtamaa lämpötilaa. Lämpökameran näytöllä lämpötilat näkyvät väreinä.

Ilmankosteutta ja hiilidioksidipitoisuutta mitataan siihen tarkoitetulla mittarilla. Monitoimimittarit mittaavat myös lämpötilan ja paine-eron.

Yhdistelmämittari (kuva: Humitec Oy)

Kaasumittari on erikoismittari, jolla voidaan mitata ilman happipitoisuutta. Esimerkiksi silloin, kun työtä tehdään kaivannoissa ja säiliöissä, on usein käytettävä ilman happipitoisuusmittaria eli happimittaria.

Monikaasumittari (kuva: Procurator Oy)

Paine-eromittari ilmanvaihtoon (kuva: HK Instruments Oy)

Ilman nopeuksia ja ilmavirtoja voidaan mitata paine-eromittarin eli manometrin avulla. Manometrejä on nesteputki- ja kalvotoimisia. Yleensä ilmavirtoja mitataan ilmastoinnin venttiileistä siihen tehdyillä mittareilla.

Kanavistojen kiinteiden mittarien kuntoa on osattava arvioida mittaustuloksen luotettavuuden arvioinnin perusteeksi.

Ilmamäärän mittari (kuva: Pressovac Oy)

Manometrejä ja anemometrejä käytetään myös yleisesti ilman nopeuden mittaamiseen. Niillä voidaan mitata ilman nopeutta litraa sekunnissa (l/s).

Siipipyörä-anemometri

Talotekniikan mittausten ammattilaiset käyttävät ilmavirtojen mittaukseen ja säätöön myös muita mittareita. On kuitenkin huomattava, että mittauksia ja säätöjä taloteknisiin järjestelmiin saa tehdä vain sellainen henkilö, joka oikeasti tietää ja ymmärtää mitä on tekemässä. Ammattitaidoton säätöjen tekijä voi aiheuttaa rakennukselle suuria rakenteellisia vaurioita. Esimerkiksi väärin säädetty ilmanvaihto voi aiheuttaa rakennukselle laajoja kosteusvaurioita.

Veden virtausta mitataan siihen tarkoitetulla virtausmittarilla. Rakennuksien vesimittarit ovat virtausmittareita. Teollisuuden prosesseissa mitataan putkistoissa kulkevien aineiden massavirtoja. Mittareita on sekä manuaalisia että virtausta esimerkiksi magneettisuuden muutosten perusteella mittavia. Usein sähkön mittaamiseen käytetään yleismittaria. Yleismittaria käytettäessä pitää mitta-asteikon valinnassa olla huolellinen. Tyypillinen mittavirhe on mitata väärän suuruisella asteikolla.

Kylmävesimittari (kuva: KOKA Oy)

Ampeerimittarilla mitataan sähkövirtaa. Mittari hyödyntää magneet
tikentän muutoksia. Ampeerimittareita on analogisia ja digitaalisia. Sähkövirran mittasuure eli tunnus on *I*, ja sen mittayksikkö on ampeeri (A).

Volttimittari on jännitteen mittaamiseen käytetty mittari. Voltti on sähkön jännitteen mittayksikkö (V) ja sen mittasuure eli tunnus on *U*.

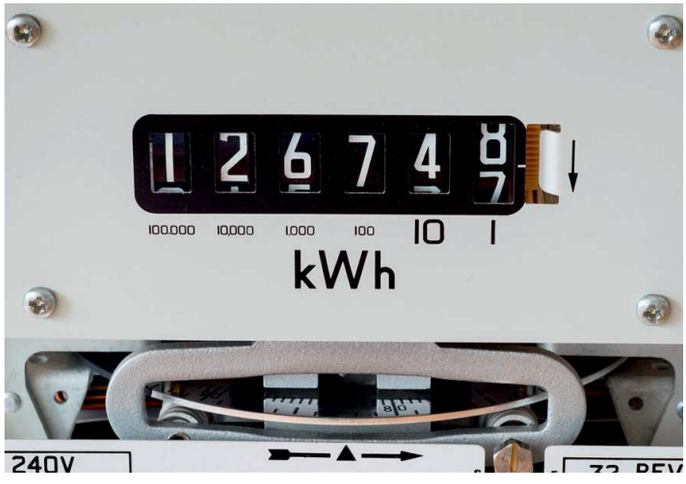
Vanha jännitemittari (yksikkö: voltti)

Digitaalinen yleismittari

Sähköasentajat voivat pihtimittarilla mitata sähköjohdon kuoren läpi koskematta johtoon. Näissäkin mittareissa voidaan käyttää hyväksi nykyaikaisia langattomia mittauslähettimiä ja erilaisia ohjelmistosovelluksia.

Pihtivirtamittari

Sähkön kulutusta mitataan kilowattituntimittarilla. Kilowattituntimittari on yleinen, ja sellainen on useimmissa asunnoissa.



Kilowattituntimittarilla mitataan sähkön kulutusta.

Joskus on tarpeen mitata ääntä eli äänenvoimakkuutta. Ilmanvaihdon tai muun taloteknisen toiminnon, kuten viemäristä johtuvan äänen, voimakkuutta voidaan mitata desibelimittarilla.

Äänenvoimakkuusmittari

Valonvoimakkuuttakin on joskus tarpeen mitata. Riittävä valaistus on esimerkiksi työpaikalla työturvallisuustekijä.

Valonvoimakkuusmittari

Mittaajan on tunnettava käyttämänsä laitteet, jotta hän osaa tulkita niiden näyttämiä.

Maaperän kantavuutta ja sen rakennetta voidaan mitata esimerkiksi maatutkalla ja koekairauksin. Maatutka lähettää signaalia maahan ja kimpoaa vastustavista kohteista takaisin laitteelle. Sillä voidaan löytää maasta sähkökaapelit ja putkikaivannot.

Maatutka

TEHTÄVIÄ

1. Mikä on analoginen mittari?

2. Mitä tarkoittaa käsite SI-yksikkö?

3. Mitä takymetrillä tehdään?

4. Missä talotekniikan työssä voi hyödyntää linjalaseria?

5. Mitä väärin säädetty ilmanvaihto voi aiheuttaa rakennukselle?

1.5 Talon rakenteet

Tässä luvussa käydään tiivistetysti läpi talon rakenteet maansiirrosta talon harjalle. Pääpaino on LVI-asentajalle tärkeissä asioissa.

Paras vaihtoehto rakennuspaikaksi on kantava kivipohjainen alusta, mutta myös muiden maa-ainesten päälle on mahdollista rakentaa. Jos rakennus perustetaan keskenään erilaisten materiaalien päälle, syntyy riski, että talo pääsee kantavuuserojen vuoksi liikkumaan. Talon rakenteiden liikkuminen aiheuttaa rakenteiden murtumista, josta voi seurata muun muassa kosteusvaurioita ja lämpövuotoja.

> Ennen rakentamista on suositeltavaa teettää rakennuspaikalla maaperätutkimus, jotta maaperälle voidaan tehdä tarvittavat korjaukset.

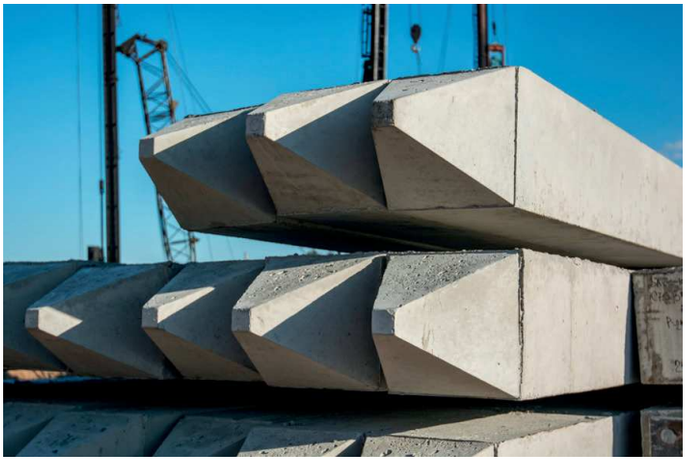
Maa-aineksen vaihto

Jos rakennuskohteen alla oleva maa todetaan kelvottomaksi, maa-aines tulee raivata ja korvata asianmukaisella aineksella ja mahdollisesti lisätuennalla tai paalutuksella. Maa-aineksen vaihdon yhteydessä asennetaan kunnallistekniikka ja rakennuksen ulkopuolella sijaitseva tekniikka, kuten salaojat, erinäiset kaivot, jätevedenpoisto ja käyttövesitekniikka. Maa-aineksen vaihtamisen jälkeen voidaan siirtyä perustusten rakentamiseen.

Maa-aineksen vaihtoa (kuva: Hannu Pahajoki)

Paalutus

Jos maapohjaa ei saada millään muulla tavalla tarpeeksi kantavaksi, siihen on tehtävä paalutus. Paalutyyppejä ovat teräsbetonipaalut, teräsputkipaalut ja polymeeripaalut.



Teräsbetonipaaluja

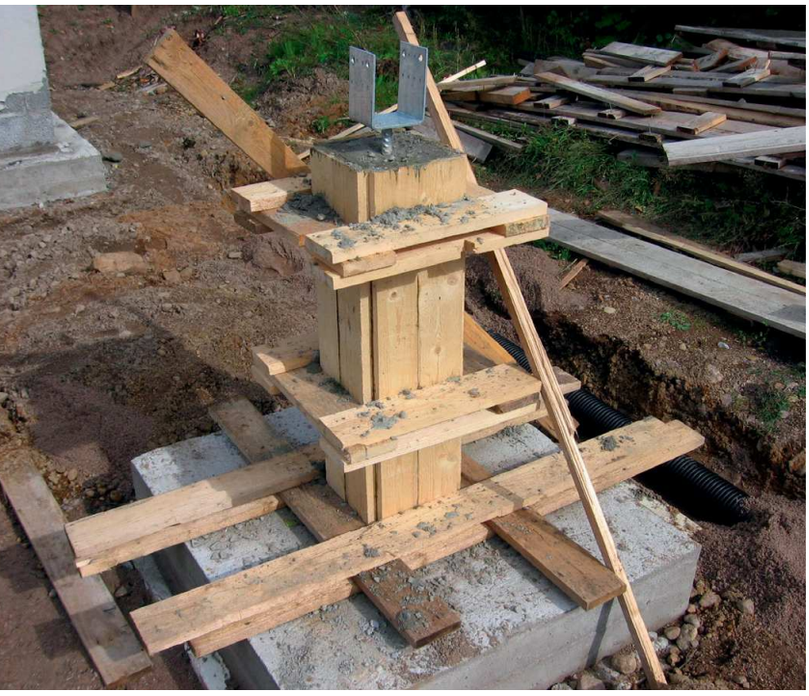
Perustus ja alapohja

Perustus rakennetaan vakaalle maapohjalle, joka on mahdollisesti tuettu paaluilla. Perustus on rakennuksen tukijalka, jonka tärkeimmät kantavat osat ovat

- alapohja
- antura
- sokkeli.

Alapohja on rakennuksen alin taso. Alapohjaratkaisuja on lähinnä kahdenlaisia: maavarainen pohja, joka on tiiviisti kiinni niin sanottuna kapillaarikatkona toimivassa sorassa, ja tuulettuvat pohjat eli rossipohjat, jotka voivat olla avoimesti paalujen päällä tai sokkelilla ympäröitynä ja ryömintätilalla varustettuna.

Anturan tehtävä on jakaa rakennuksen paino pinta-alallisesti mahdollisemman suurelle alueelle. Jos rakennus on paalutettu, anturaa ei välttämättä tarvita. Anturan päälle rakennetaan sokkeli, jonka päälle pystytetään kantavat seinät.



Pilariantura (kuva: Juhani Saarikko)

Sokkeli

Salaojat

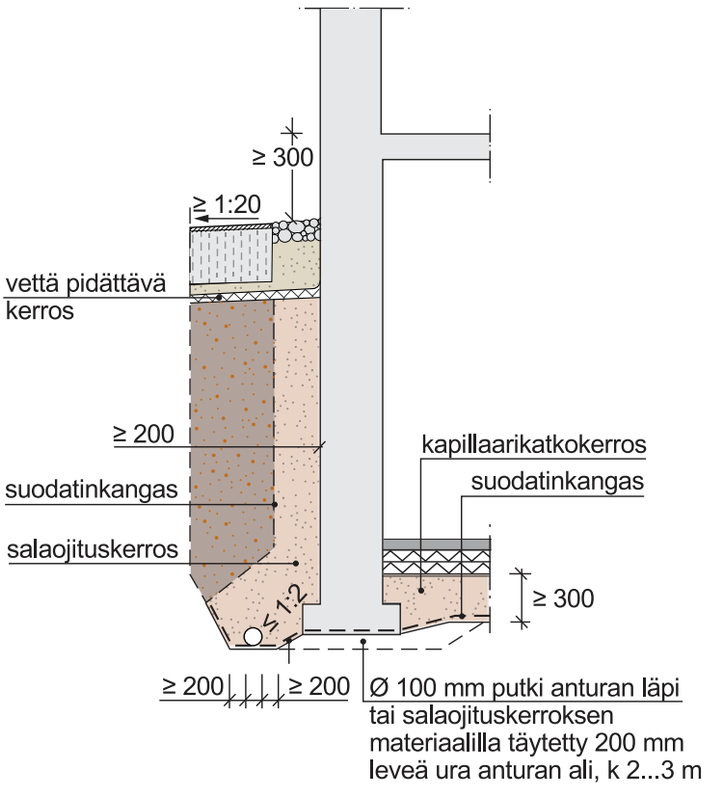
Pääperiaatteena vesien ohjaamisessa pois talon ympäriltä on rakentaa oikeanlaisesta kiviaineksesta kaato pois talosta päin. Koska osa vedestä kuitenkin pääsee imeytymään maahan, se täytyy ohjata oikeanlaisen sorarakenteen avulla salaojaputkiin ja sieltä eteenpäin esimerkiksi avo-ojaan tai kunnalliseen veden puhdistukseen.

Routaeristys

Perustukset tulee jo rakennusvaiheessa suojata routaeristeillä tai rakentaa niin syvälle, ettei routa enää yllä niihin. Jos kylmä pääsee rakenteisiin, se vaurioittaa niitä ja niissä sijaitsevaa tekniikkaa.

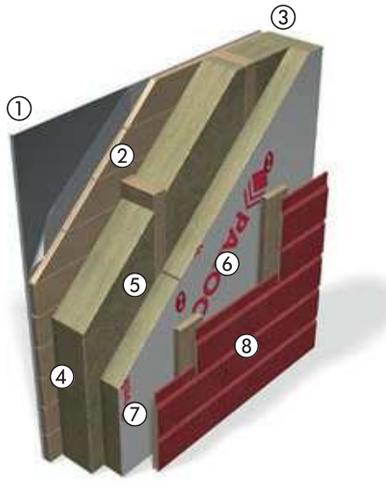
Routasuojaus tulee rakentaa pystytasossa perustukseen kiinni. Vaakatasoon sijoitettava eriste taas laitetaan salaojan päälle. Vaakatasossa oleva routasuojauslevy tulee asentaa niin, että siinä on kallistus pois talosta päin.

Routasuojauksen vaakakallistus on 1:50.



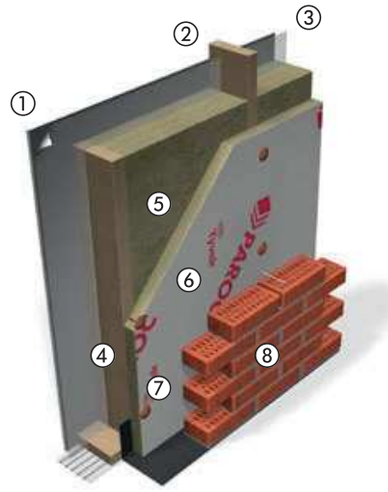
Runko ja ulkoseinät

Runko ja ulkoseinät ovat rakennuksen tuki, ja niihin luetaan myös mukaan vaakatasoa jäykistävät välipohjat ja yläpohja. Ulkoseinät koostuvat itse kantavasta runko-osasta, jonka materiaalina on usein hirsi, puu, harkko tai tiili. Esimerkiksi pientaloissa on tyypillistä, että runko on tehty puusta mutta ulkoverhous on puun sijaan tiiliverhoiltu. Seuraavassa on muutamia esimerkkejä seinärakenteista.



1. Kipsilevy
2. Koolaus
3. Höyry-/ilmasulku
4. Puukoolaus
5. Eristysvilla
6. Tuulensuojaeristy
7. Tuuletusrako
8. Pintalaudoitus

Puutalon seinärakenne (kuva: Paroc Group Oy)



1. Kipsilevy
2. Koolaus
3. Höyry-/ilmasulku
4. Puukoolaus
5. Eristysvilla
6. Tuulensuojaeristys
7. Tuuletusrako
8. Tiiliverhous

Tiilitalon seinärakenne (kuva: Paroc Group Oy)

Talon rakenteisiin tehtävissä läpivienneissä tulee noudattaa tarkkuutta ja tiiviyttä.

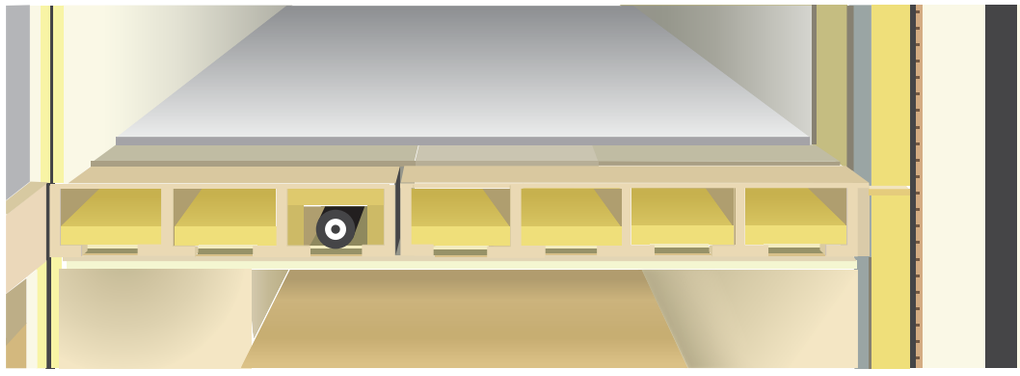
Kantavat seinät

Kantavat seinät ja ulkoseinät ovat talon rakenteen kannalta tärkeimmät osat. Kantavat seinät sijaitsevat rakennuksen sisällä siten, että ne jäykistävät rakennusta tasaisesti ulkoseinästä toiseen.

Puurunkoinen pientalo

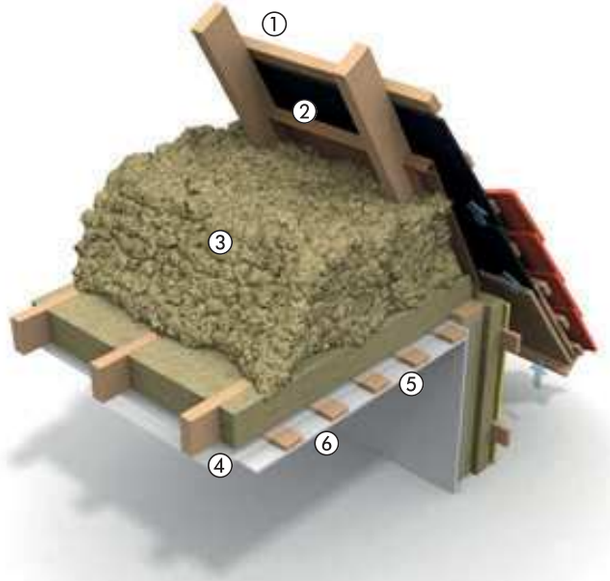
Välipohja

Välipohja erottaa kerrokset toisistaan. Lisäksi sen tehtävänä on vahvistaa rakennusta rakenteellisesti. Muita välipohjan tehtäviä ovat muun muassa ääneristys ja palo-osastointi. Nykyisin sen yhteyteen tai sisälle sijoitetaan myös paljon talon tekniikkaa, kuten putkistoja ja sähköjä.



Yläpohja

Yläpohjan tehtävänä on välipohjan tavoin vahvistaa rakennuksen rakenteita. Lisäksi se toimii rakennuksen ylimpänä eristekerroksena. Yläpohjan lämmöneristeen tulee olla erittäin paksu, jotta se pystyy pitämään ylös pyrkivän lämmön rakennuksen sisällä. Yläpohjan runko toimii myös rakenteellisena pohjana vesikaton rakenteelle, muun muassa kattotuoleille.



1. Vesikattorakenne
2. Tuulenohjaimet
3. Puhallusvilla
4. Höyry-/ilmasulku
5. Harvalaudoitus
6. Sisäverhous

Esimerkki yläpohjan rakenteesta ja sen eristämisestä puhallusvillalla (kuva: Paroc Group Oy)

Vesikatto

Terveen katon tärkeimmät osat ovat tiiviit katteet ja hyvä tuulettuvuus. Ulkopuolisin pintakate on yleisimmin valmistettu pinnoitetusta teräksestä, tiilestä tai bitumikermistä.

Aluskate sijaitsee ulos näkyvän päällimmäisen katteen alla. Sen tarkoituksena on muun muassa

- estää kondenssiveden pääsy eristeisiin
- ohjata päällikatteen läpi päässyt vesi räystäisiin tai pois rakenteista
- suojata kantavia rakenteita kosteudelta.

Edellä mainittujen osien lisäksi katteeseen liitetään vielä jälkiasennuksena turvakaiteita, sadevesijärjestelmät, kävelytasoja, piipunhattuja ja muun muassa taloteknisiä järjestelmiä (esim. aurinkopaneeleja).

Kun tehdään kattoon läpivientiä, on ehdottoman tärkeää noudattaa rakennusmääräyksiä ja valmistajien ohjeita. Yleensä katon läpivienti tehdään, kun asennetaan piippua, ilmanvaihtojärjestelmän putkia tai katon välitilan tuuletuksiin liittyviä hormeja.

Vesikaton asennusta

TEHTÄVIÄ

1. Laadi yksilö-, pari- tai ryhmätehtävä esitelmä jostakin alla mainituista otsakkeista ja esitä se ryhmälle, joka myös toimii arvioitsijana ohjaavan opettajan kanssa.

1. Alapohja
2. Kantavat seinät
3. Maa-aineksen vaihto
4. Paalutus
5. Perustus
6. Routa
7. Salaojat
8. Ulkoseinät
9. Vesikatto
10. Välipohja
11. Yläpohja

2. Minkälaisen pohjan valitsisit talollesi. Miksi?

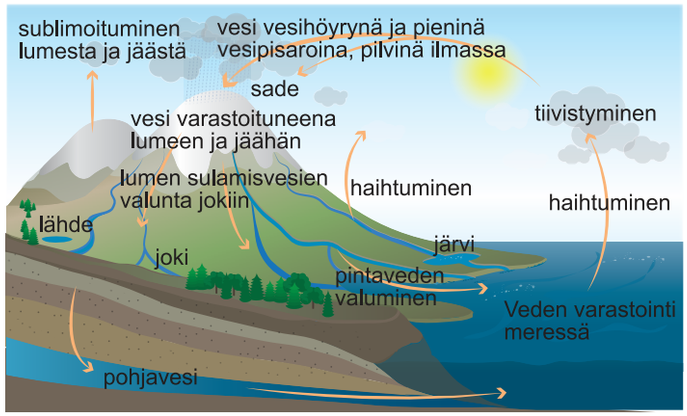
3. Mitä eroa on välipohjalla ja yläpohjalla?

4. Mikä on routaeristyksen merkitys?

1.6 Vesi

Veden kiertokulku

Tässä osiossa kerrotaan veden kiertokulusta luonnossa sekä kaavoitetuilla alueilla ja haja-asutusalueilla. Suomen luonnossa on helppo havaita veden eri olomuodot vuodenaikojen mukaan. Talvella, kun lämpötila on alle 0 °C, vesi muuttuu kiinteään olomuotoonsa eli jääksi ja sade tulee lumena. Auringon lämmittäessä keväällä lumi ja jää alkavat sulaa ja muuttuvat nestemäiseen olomuotoonsa. Auringon lämpö saa veden myös höyrystymään, jolloin höyry nousee ylös taivaalle. Jossain vaiheessa höyryä on kerääntynyt pilviin niin paljon, että se tiivistyy ja sataa alas vetenä.



Veden kiertokulku

Maahan sataneesta vedestä osa imeytyy maahan ja osa haihtuu takaisin ilmaan. Maahan imeytynyt vesi jatkaa matkaansa ja päätyy ojiin, ja osa vedestä taas imeytyy juurien kautta kasveihin.

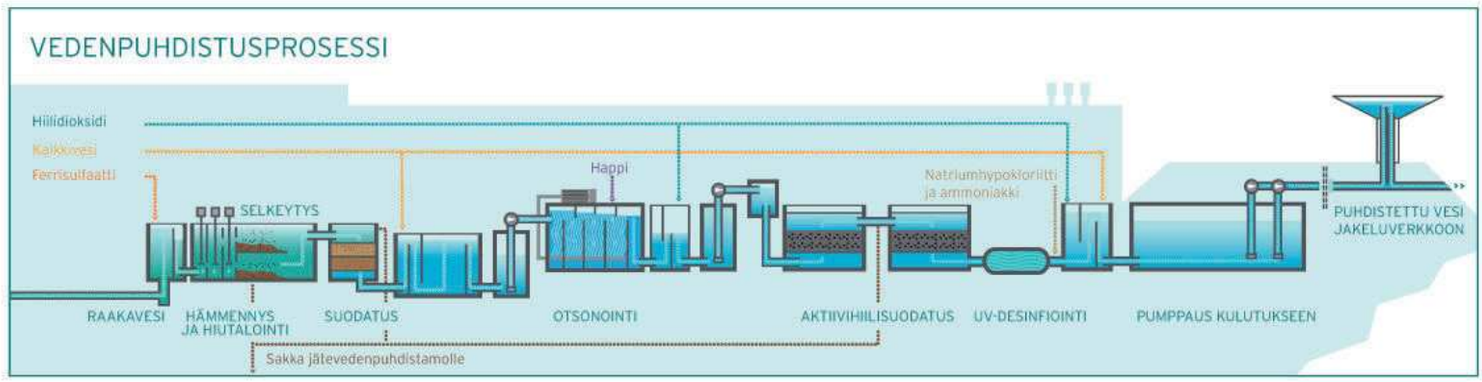
Joskus veden kiertokulun tasapaino järkkyy, mikä aiheuttaa kuivuutta osissa maapalloa. Suomessakin on toisinaan tavallista kuivempia ja sateisempia vuosia, mutta keskimäärin sademäärät ovat pitkällä aikavälillä tasaisia.

Puhtaan ja jäteveden kiertokulku luonnossa

Puhdas vesi pumpataan verkostoon erilaisista puhdasvesivarannoista. Jätevesi taas puhdistetaan käyttämällä parasta käytettävissä olevaa tekniikkaa, BAT-tekniikkaa, jotta sen luontoa rasittava vaikutus olisi mahdollisimman pientä. Aikanaan osa jätevedestä on kuitenkin puhtaan veden joukossa.

Puhdas vesi

Kaavoitetuille alueilla ja joskus myös haja-asutusalueille on järjestetty keskitetty puhdasvesijakelu. Kaava-alueella puhdasvesijakelusta vastaa kunnallinen vesilaitos. Haja-asutusalueella keskitetystä veden jakelusta taas vastaa vesiosuuskunta.



Havainnekuva puhdasvesilaitoksesta (kuva: HSY)

Puhdas vesi saadaan verkostoon riittävän suurista pohjavesivarannoista tai tekemällä raakavedestä elintarvikekelpoista. Vesilaitos vastaa, että sen toimittama vesi täyttää lakien ja asetusten määräykset veden laadusta. Vesiosuuskunnat ovat myös vastuussa toimittamastaan vedestä. Vapaa-ajan asuntoalueille on perustettu vesiosuuskuntia, jotka huolehtivat alueensa puhtaan veden jakelusta.

Haja-asutusalueilla kiinteistöillä on oma puhdasvesikaivo, jonka veden laadusta on vastuussa kiinteistön omistaja. Oman puhdasvesikaivon paikka pitää harkita tarkkaan, ja sille on määritelty suojaetäisyydet kiinteistön jätevesijärjestelmään ja tontin rajaan. Tontin käyttö pitää myös huomioida puhdasvesikaivon sijainnissa.

Veden kulutus

Pientaloissa käytetään asukasta kohden keskimäärin 100–200 litraa vettä vuorokaudessa. Tästä kylmän veden osuus on noin 60 % ja lämpimän veden osuus noin 40 %.

Suihku on suurin yksittäinen veden käyttöpiste. Esimerkiksi 5 minuuttia suihkussa kuluttaa 60 litraa vettä (12 l/min)

Suihkun käyttö on tärkein pientalojen veden kulutukseen vaikuttava tekijä.

Vettä on mahdollista säästää esimerkiksi

- asentamalla taloon tulevaan vesijohtoon vakiopaineventtiili. Suositeltava veden paine vesimittarin kohdalla on 300 kPa ja korkein sallittu paine 500 kPa. Vakiopaineventtiili pidentää putkiston käyttöikää ja poistaa paineiskun ongelmat.
- säätämällä hanojen virtaamat oikeiksi (pesupöydälle ja suihkuhanalle 12 l/min ja pesualtaalle 6 l/min)
- sulkemalla suihku hiusten pesun ja vartalon saippuoinnin ajaksi.

Helppo tapa säästää vettä on välttää pitkiä suihkussa käyntejä.

Jätevesi

Jätevedet voidaan jakaa kahteen luokkaan. Peseytymisen, astioiden pesun ja pyykinpesun jätevedet luokitellaan harmaiksi jätevesisiksi. WC-istuimesta tuleva jätevesi taas luokitellaan mustaksi jätevedeksi. Joskus myös astian- ja pyykinpesukoneen jätevedet luokitellaan mustiksi jätevesiksi. Harmaissa jätevesissä on vähemmän ravinteita, ja ne ovat siten helpommin luonnossa puhdistuvia. Mustassa jätevedessä taas on runsaasti ravinteita ja bakteereita, ja se vaatii paremman puhdistusjärjestelmän.

Jätevedet jaetaan harmaaseen jäteveteen ja mustaan jäteveteen.

Kiinteistöstä tulee jätevettä suunnilleen sama määrä kuin kiinteistöön otetaan puhdasta vettä. Kiinteistön jätevesi johdetaan tonttiviemärillä vesilaitoksen katuviemäriin. Jokaisella kiinteistöllä on oltava viemärin tarkastuskaivo tai -putki tontilla.

Jätevedenpuhdistamo

Kaavoitetuille alueille ja joskus myös haja-asutusalueille on järjestetty keskitetty jäteveden käsittely. Kaava-alueella jätevedestä vastaa kunnallinen vesilaitos. Haja-asutusalueella keskitetystä jäteveden käsittelystä taas vastaa vesiosuuskunta. Vapaa-ajanasuntoalueille on myös perustettu vesiosuuskuntia, jotka huolehtivat alueensa jäteveden käsittelystä.

Haja-asutusalueella kiinteistöillä on oma jäteveden käsittelyjärjestelmä. Jätevesijärjestelmän vaatimukset haja-asutusalueella on määritelty laissa 19/2017.

Veden ja jäteveden laskutus

Kaava-alueella vesilaitos laskuttaa puhtaasta vedestä sen toimittamista vastaavan hinnan. Jätevedestä vesilaitos taas laskuttaa sen puhdistamista vastaavan hinnan. Kaava-alueella on liityttävä vesi- ja jätevesiverkostoon.

Haja-asutusalueella perustettuun vesiosuuskuntaan liitytään sopimuksen mukaan. Vesiosuuskuntaa ei yleensä perusteta, elleivät lähes kaikki siihen liity. Vesiosuuskunnassa on myös mahdollista liittyä sopimuksen mukaan vain jompaankumpaan verkostoon. Vesi- ja jätevesi laskutetaan puhdasvesimittarin lukeman perusteella. Laskutuksen perusteena oleva vesimittari on vesilaitoksen tai vesiosuuskunnan omaisuutta, ja niillä on velvollisuus vastata sen huollosta.

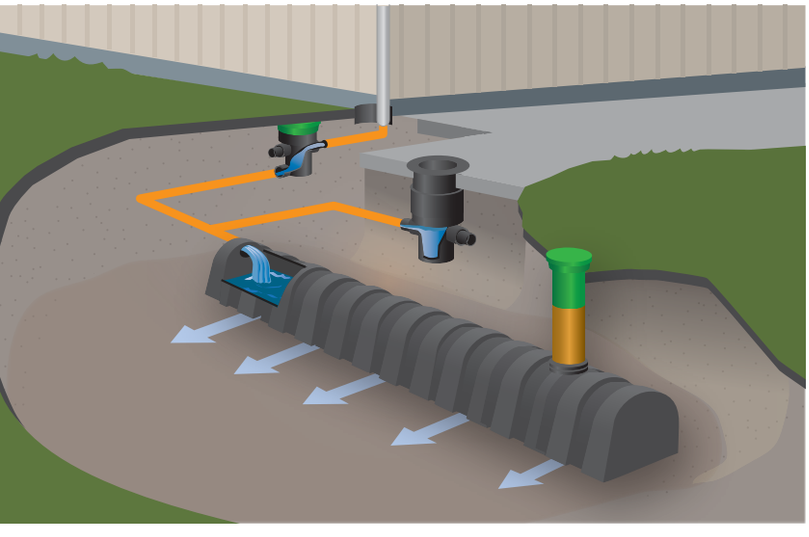
Sade- ja perusvesi

Kattopinnoilta tulevat sadevedet tulevat kourujen, syöksytorvien ja rännikaivojen kautta tontilla sijaitsevaan perusvesikaivoon tai imeytykseen. Myös sulamisvedet johdetaan sadevesikaivojen kautta perusvesikaivoon tai imeytykseen. Salaojavedet taas johdetaan salaojatarkastuskaivojen kautta perusvesikaivoon tai imeytyksen. Sadevesiä ei saa johtaa salaojaverkostoon, koska muuten perustukset kastuvat. Perusvesikaivo on varustettu pallopadotusventtiilillä, jotta sadevedet eivät pääse salaojaverkostoon.

Taajama alueella on rakennettu sadevesiverkosto, jonka avulla sadevedet johdetaan keskitetysti sadevesien purkupaikkaan. Tontilla oleva perusvesikaivo liitetään kadulla olevaan sadevesiputkeen. Haja-asutusalueella sade- ja salaojavedet imeytetään maastoon.

Piha-alueen suunnittelussa on huomioitava sadevedet. Pihakaadot tulee tehdä niin, että tontilta tulevat sadevedet johdetaan pihakaatojen avulla sadevesikaivoihin. Tontilta ei saa johtaa sadevesiä naapurin tontille tai katualueelle. Sade- ja salaojavesiä yhdessä kutsutaan myös hulevesiksi.

Sadevesikaivo (kuva: Meltex Oy)



Sadevesien imeyttäminen sadevesitunnelilla

Salaojat

Salaojat johtavat perustuksissa olevan maaperän kosteuden pois. Salaojat asennetaan anturan alapinnan alapuolelle, jotta betonirakenne pysyisi kuivana. Rakennuksen nurkkapisteisiin salaojiin asennetaan tarkastuskaivot, joista salaojia voidaan huoltaa määräajoin.

Salaojaputki (kuva Meltex Oy)

1. Miten voit säästää vettä ja energiaa suihkussa käydessäsi?

2. Mikä on perusvesikaivo?

3. Miten sadevedet johdetaan kunnalliseen järjestelmään?

4. Tutustu tämän luvun järjestelmien materiaaleihin ja kuvaile ne käyttökohteittain esimerkiksi Excelillä.

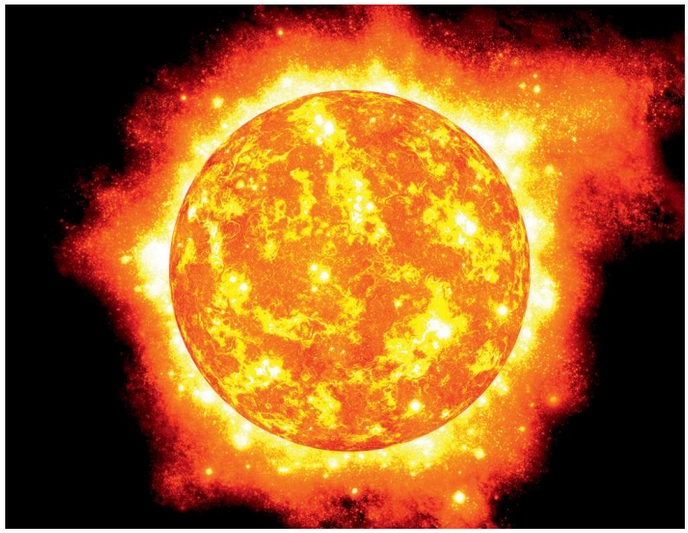
5. Etsi tietoa siitä, mitä tarkoitetaan rakennuksen salaojajärjestelmällä.

1.7 Lämmitys

Tässä osiossa kerrotaan Suomessa käytettävistä lämmönlähteistä, -kehittimistä, -jakelujärjestelmistä ja -luovuttimista. Suomessa sääolot vaativat rakennukselta erilaista lämmitysjärjestelmää kuin esimerkiksi Keski-Euroopassa. Meillä lämmitysjärjestelmältä vaaditaan luotettavuutta, pitkäaikaista toimivuutta ja suurta tehoa, koska esimerkiksi toimintahäiriöt pakkasella aiheuttavat suuria vahinkoja hyvin lyhyessä ajassa.

Lämmönlähteet

Maapallon koko lämmöntuotanto on lähtöisin auringosta. Aurinko on ehtymätön lämmönlähde, ja kaikki saatava energia on vuosituhansien aikana tullut auringosta. Lämpöä tuotetaan monesta eri lähteestä ja monella eri tavalla. Biomateriaalin polttaminen nuotiossa on ollut varhaisin tapa tuottaa lämpöä. Nykyaikana lämpöä tuotetaan fossiilisilla ja uusiutuvilla polttoaineilla sekä suoraan aurinkoenergiaa hyödyntämällä erilaisilla teknisillä ratkaisuilla. Suomeen on myös tulossa koekäyttöön maaperästä kaukolämpöä tuottava lämpölaitos.



Kaikki lämmöntuotanto on lähtöisin auringosta

Lämmönlähteinä käytetään hyvin erilaisia energiaa sisältäviä massoja. Lämmönlähteet jaotellaan kahteen ryhmään: fossiilisiin polttoaineisiin ja uusiutuviin polttoaineisiin.

Uusiutuvat lämmönlähteet

ENERGIAKASVIT. Pelloilla voidaan kasvattaa vuoroviljelyperusteella energiaa tuottavia kasveja. Myös juurikaskasvien naatteja voidaan käyttää biokaasun, metaanin, valmistukseen. Tuotantoeläinten lannasta ja pilaantuneista elintarvikkeista taas voidaan valmistaa biokaasua. Lämpöenergian tuotannossa voidaan hyödyntää viljan puintitähteenä tuleva olki. Pelloilla voidaan myös viljellä lämpöenergian tuotantoon tarkoitettua ruokohelpeä. Nykyisin suurin osa maataloudessa hyödynnettävistä sivutuotteiden energioista jää kuitenkin käyttämättä.

Rypsin ja rapsin siemenistä puristetaan öljyä, jota jalostettuna voidaan käyttää dieselmoottorin polttoaineena. Lisäksi öljyä voidaan polttaa öljypolttimella lämmityskattilassa. Öljykasveista puristamalla saatua raaka-ainetta voidaan jalostaa hyvin edullisella laitteistolla maatalouskoneiden polttoaineeksi. Saatu tuote on kilpailukykyinen dieselpolttoaineeseen nähden.

YHDYSKUNTAJÄTE. Isoissa yhdyskuntajätteen polttoon rakennetuissa laitoksissa polttoaineena käytetään fossiilisia ja uusiutuvia materiaaleja polttoaineena energian tuotannossa. Näissä laitoksissa poltetaan kaikkea lajiteltua yhdyskuntajätettä, joka on palavaa. Yhdyskuntajäte koostuu puu- ja öljypohjaisista jalosteista sekä palavasta biomateriaalista. Pakkausmuovit, pakkauskartongit yms. materiaalit ovat hyviä energialähteitä.

Puhdas lajiteltu muovi ja kartonki kerätään uudelleenjalostusta varten raaka-aineeksi. Raaka-aineita ei pitäisi polttaa. Yhdyskuntajätteen kosteus ja koostumus määrittelevät sen energiasisällön.

BIOKAASUA voidaan tuottaa hyvin monenlaisesta biomassasta mädättämällä. Yhdyskuntajätteenä erilliskerättyä biojätettä käytetään mädättämöissä biokaasun valmistukseen. Biokaasua syötetään myös valtakunnalliseen maakaasuverkostoon, josta se jaetaan maakaasukäyttöpisteisiin.

Raaka-aine		Käyttötapa	Tuote
Kuivat selluloosapitoiset peltobiomassat	Kuivakorjattavat monivuotiset nurmikasvit	Polttaminen ja kaasutus	Lämpö (ja sähkö)
	Energiapaju, viljan ja rypsin olki		
	Heikkolaatuiset viljaerät, lajittelujätteet		
Tuoreet peltobiomassat	Nurmi	Mädätys biokaasuksi	Lämpö (ja sähkö) tai puhdistettu kaasu liikennepolttoaineeksi
Kuivat peltobiomassat hienojakoisena	Kuivakorjattavat monivuotiset nurmikasvit		
Sivuvirrat	Elintarviketeollisuudesta, yhdyskunnan jätevesilietteet, lanta		
Öljykasvit	Rypsi ym.	Esteröinti polttoaineeksi	Nestemäiset polttoaineet
Tärkkelys ja sokerikasvit	Peruna, sokerijuurikas, vilja	Käyttäminen	Etanoli

HAKETTA käytetään polttoaineena yleensä isoissa laitoksissa, kuten kaukolämpölaitoksissa. Sitä voidaan käyttää myös pientalojen lämmityksessä. Hake syötetään erillisen laitteiston avulla kattilaan, jossa se laitteiston palopäässä palaa ja lämmittää rakennuksen. Laitteistoa kutsutaan stokeriksi. Stokeri on keskuslämmityskattilassa käytettävä automaattinen biopolttoaineen syöttölaite ja poltin, jolla voi polttaa lähes kaikkia biopolttoaineita, kuten haketta, turvetta ja pellettiä.

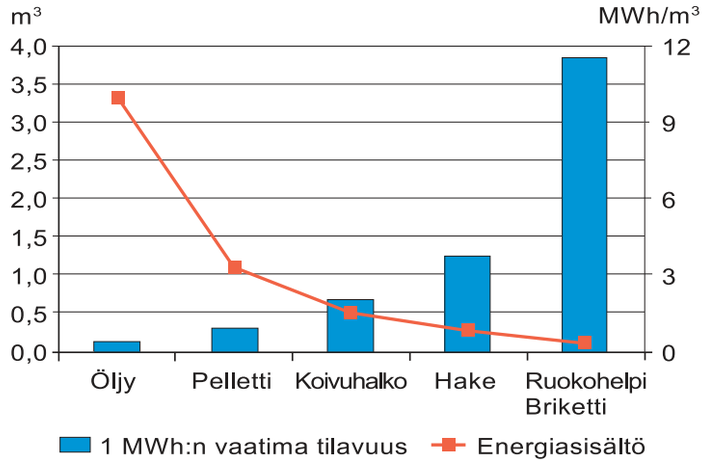
PELLETTEJÄ JA BRIKETTEJÄ valmistetaan puunjalostusteollisuuden sivutuotteista. Niiden raaka-aineiksi käyvät kuiva sahanpuru, kutterinlastu ja hiontapöly. Brikettiä valmistetaan myös turpeesta.

Pelletit ovat pieniä lieriömäisiä 20–30 mm pitkiä rakeita, ja niitä voidaan polttaa pientalon kattilassa stokerin avulla. Briketit taas ovat tiiliskiven kokoisia paloja, joita voidaan käyttää pientalon kattilassa kuten halkoja.

Pelletit ja briketit saadaan valmistusprosessin avulla tasalaatuisiksi, ja niiden energiasisältö paranee tiiveyden ja pienen kosteuden vaikutuksesta.

Pellettejä

Brikettejä



Polttoaineiden energiasisältöjä suhteessa niiden tilavuuteen

PUU. Pientaloissa puuta käytetään polttoaineena useimmiten halkoina. Halot valmistetaan siten, että puun ranka katkotaan sopivan mittaisiksi pätkiksi ja sen jälkeen halkaistaan osiin. Aikoinaan tämä tehtiin sahalla ja kirveellä, mutta nykyisin halkojen tekemiseen on kehitetty erilaisia koneita. Halkojen teko ja myynti on nykyaikaista liiketoimintaa, jolla hoidetaan nuoria metsiä. Nuori harvennusmetsä, josta ei vielä tule kuitupuuta, hyödynnetään polttopuuksi.

Halkoina puuta käytetään saunan lämmityksessä, varaavien uunien lämmityksessä ja erilaisissa takoissa ja grilleissä. Varaavissa keskuslämmitysjärjestelmissä halkoja käytetään myös lämmittämiseen. Poltettavan puun sopiva kosteus on alle 16 %.

Polttopuuta

Poltettavan puun tulee olla käsittelemätöntä puuta, koska pintakäsittely ja kyllästys vaikuttavat puusta tuleviin päästöihin. Käsiteltyä puuta poltettaessa vapautuu ilmaan useita haitallisia kaasuyhdisteitä. Jäteasemat ottavat vastaan käsiteltyä puuta, joka poltetaan ongelmajätelaitoksissa. Puun sytytystapa ja poltonaikainen ilmansäätely vaikuttavat palamisen puhtauteen. Puu pitää saada palaamaan alusta lähtien mahdollisimman kuumalla liekillä, jotta hiukkaspäästöt jäävät pienimmilleen. Märän puun polttaminen on haitallisinta.

AURINKOENERGIA. Aurinkokeräimiä voidaan käyttää rakennusten ja käyttöveden lämmittämiseen. Yleisin ratkaisu on nestekiertoinen keräin, jossa pumpun avulla kierrätetään vesi-glykoliseosta. Vesi-glykolipiirin pakkasenkestävyys on mitoitettava minimiulkolämpötilan mukaan. Lämmennyt neste siirtyy kokoomaputkien kautta varaajaan. Käytössä on sekä tasokeräimiä että tyhjiöputkikeräimiä. Keräimet asennetaan katolle, seinälle tai maan pinnalle, josta on mahdollista toteuttaa yhteys lämmönvaraajaan. Vaakakulma Suomen olosuhteissa on noin 30–45 astetta.

Aurinkokeräimiä talon katolla

Fossiiliset lämmönlähteet

Fossiiliset polttoaineet ovat sellaisia polttoaineita, joiden synty on kestänyt miljoonia vuosia, minkä vuoksi niitä kutsutaan uusiutumattomiksi polttoaineiksi. Fossiiliset polttoaineet ovat syntyneet, kun biomassaa on jäänyt maahan ja niiden päälle on kertynyt maamassaa. Tämä maamassa on hapettomassa tilassa puristanut biomassaa niin, että siitä on syntynyt miljoonien vuosien aikana kivihiiltä, öljyä ja maakaasua.

Fossiilisten polttoaineiden syntyminen kestää miljoonia vuosia.

Turve on Suomessa määritelty hitaasti uusiutuvaksi biomassaksi, koska sen uusiutumisaika on 2000–3000 vuotta. Turve ei ole fossiilinen polttoaine, mutta ilmastopolitiikassa sitä käsitellään samalla tavoin kuin fossiilisia polttoaineita: turpeen polton päästöjen katsotaan lisäävän ilmakehän kasvihuonekaasupitoisuutta. Turvetta ei energiapolitiikassa myöskään lueta uusiutuviin energialähteisiin.

KEVYT- JA RASKASÖLJY. Öljylämmitys on pääasiassa rakennuskohtainen lämmitysmuoto. Öljylämmityksellä tarkoitetaan lämmitystä, jossa kevyttä polttoöljyä poltetaan polttimen avulla. Siinä rakennus tai muutama rakennus on liitetty samaan lämpökeskukseen tai lämmönjakohuoneeseen, jota öljylämmityskattila lämmittää.

Kevytöljypoltin on kytketty kattilaan, jossa palava öljy lämmittää veden. Muita öljylämmityslaitteita ovat jo käytöstä pois jääneet huonekohtaiset öljykamiinat. Isoissa laitoksissa on myös käytetty raskasta polttoöljyä ja raskasöljypolttimia lämmitykseen. Raskaan polttoöljyn käyttö on vähentynyt kiinteistöjen lämmityksen polttoaineena, ja sen tilalle ovat tulleet maakaasu ja biopohjaiset polttoaineet.

MAAKAASU on uusin fossiilinen polttoaine Suomessa. Maakaasuverkosto otettiin käyttöön vuosien 1973 ja 1974 vaihteessa. Maakaasulämmityksellä tarkoitetaan yleensä maakaasupolttimen avulla kattilassa poltettavaa maakaasua, jolla lämmitetään rakennus. Kaupunkikaasua on Suomessakin käytetty jo aikaisemmin. Sitä poltettiin atmosfääripolttimilla vedenlämmittimien alla ja kaasuhelloissa. Atmosfääripolttimien toiminta oli paljon epävarmempaa kuin maakaasupolttimien, joten ne sijoitettiin usein rakennusten ulkopuolelle.

KIVIHIILI jäi pois yksittäisten rakennusten lämmityksen polttoaineena, kun kaukolämpö yleistyi. Vuonna 1957 Helsingissä kytkettiin kaukolämpöön ensimmäinen rakennus. Pientalojen kivihiililämmitys jäi pois, kun öljylämmitys yleistyi pientaloissa 1960-luvulla. Kivihiiltä käytettiin pientaloissa kuten nykyisin puuta. Kivihiili ladottiin kattilaan ja poltettiin, jolloin se lämmitti rakennuksen. Kivihiiltä käytetään enää vain isojen yhdistettyjen sähkö- ja lämpövoimalaitosten, CHP-laitosten, polttoaineena sen edullisuuden takia.

Kivihiiltä

TURVETTA käytetään polttoaineena yleensä isoissa laitoksissa mutta sitä voidaan käyttää myös pientalojen lämmityksessä. Turve syötetään erillisen laitteiston avulla kattilaan, jossa se laitteiston palopäässä palaa ja lämmittää rakennuksen.

Turvetta

Kaukolämmitys

Kun rakennukset alkoivat keskittyä taajamiin, ruvettiin rakentamaan yhteistä keskitettyä lämmitysjärjestelmää. Syynä keskittämiseen oli se, että taajaan rakennettujen alueiden ympäristö saastui useiden huonosti hoidettujen ja huonolla hyötysuhteella palavien pienten lämmitysjärjestelmien savukaasuista. Keskittämällä lämmön kehittäminen muutamaan isompaan yksikköön savukaasut saatiin puhtaammiksi ja hyötysuhde paremmaksi. Näin säästyi polttoainetta ja luontoa.

Taajama-alueilla öljylämmityksiä myös vaihdettiin kaukolämpöön, jolloin päästiin eroon maaperässä olevista öljysäiliöistä, jotka ovat hoitamattomina suuri ympäristöriski. Kaukolämmityksessä lämpöä tuotetaan isossa laitoksessa, jossa on useita kattiloita. Kattiloista lämpö jaetaan eritettyjen putkistojen avulla rakennuksiin. Nykyisin kaukolämpöä tuotetaan myös teollisuuden hukkalämmöllä.

Kaukolämpöputkia

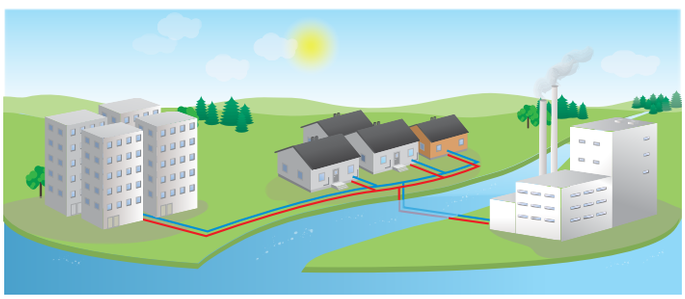
Kaukolämpöä voidaan tehdä millä tahansa palavalla polttoaineella. Suomessa suurimmat kaukolämpölaitokset tuottavat sekä lämpöä että sähköä. Tällaisia laitoksia kutsutaan CHP-laitoksiksi (Combined Heat and Power). Niiden kokonaishyötysuhde on yli 90 %. Tekninen kehitys on mennyt eteenpäin, ja CHP-laitoksia on myös jo hyvin pienitehoisia. Niitä käytetään isojen maatilojen ja teollisuuskiinteistöjen lämmön- ja sähköntuotantoon.

Kaukolämmön tuottamiseen voidaan käyttää mitä tahansa palavaa polttoainetta.

Suurimmat kaupungit Suomessa tuottavat kaukolämmön CHP-laitoksilla. Pienemmillä laitoksilla kaukolämpö tuotetaan pelkästään lämmöntuotantoon rakennetuilla järjestelmillä. Näiden kokonaishyötysuhde on alle 90 %.

Suurimmat kaukolämpölaitokset käyttävät polttoaineena kivihiiltä, raskasta polttoöljyä ja maakaasua. Keskikokoiset ja pienet laitokset taas käyttävät polttoaineena turvetta, haketta, raskasta ja kevyttä polttoöljyä ja maakaasua. Energia- ja ilmastopolitiikka suosii uusiutuvien polttoaineiden käyttöä, minkä vuoksi kivihiili, raskas ja kevyt polttoöljy sekä maakaasu ovat jäämässä pois. Turpeen käyttö on toistaiseksi pysynyt ennallaan, ja puupohjaisten polttoaineiden käyttö on lisääntynyt. Kivihiiltä korvataan puusta tai muista biomateriaaleista tehdyillä briketeillä ja pelleteillä.

Myös jätteenpolton merkitys Suomen energiantuotannossa on kasvanut. Suomeen on rakennettu uusia isoja CHP-laitoksia, joiden polttoaineena on yhdyskuntajäte. Yhdyskuntajätettä on kotitalouksista, laitoksista yms. tuleva palava jäte, kuten erilaiset muovi- ja kartonkipakkaustarvikkeet. Puupohjaisia jätteitä lajitellaan syntypaikalla ja ne haketetaan ja poltetaan hakelaitoksissa.



Rakennusten lämmönkehittimet

KAUKOLÄMMÖN ALAJAKOKESKUKSET. Alajakokeskukset siirtävät energian kaukolämpöverkostosta rakennuksen käyttövesi- ja lämmitysverkostoihin. Energiateollisuus julkaisee määräystä ja ohjetta Rakennusten kaukolämmitys Määräykset ja ohjeet Julkaisu K1/2013, jonka mukaan alajakokeskukset tulee rakentaa ja kytkeä. Ohjetta päivitetään aina tarpeen mukaan. Julkaisussa kerrotaan, mitä materiaaleja ja asennustapoja saa käyttää. Ohjeessa on kytkentäkaaviot eri asennustavoille, ja se on saatavilla internetistä.

LÄMMITYSKATTILAT. Keskuslämmityskattila ja vesikiertoinen lämmitysjärjestelmä ovat syrjäyttäneet huonekohtaiset puulämmitteiset uunit. Kun koko rakennusta on alettu lämmittää samalla laitteistolla ja kattilalla, on alettu puhua keskuslämmitysjärjestelmästä.

Keskuslämmityskattilat voidaan polttotapansa mukaan jakaa

- ylipainekattiloihin
- alipainekattiloihin
- alapalokattiloihin
- yläpalokattiloihin
- käänteispalokattiloihin.

Ylipainekattilan tulipesässä on ylipaine ympäröivään tilaan nähden. Tämä kattilatyyppi soveltuu vain puhaltimella varustettuihin polttimiin. Ylipainekattiloiden hyötysuhde on hyvä.

Alipainekattilan tulipesässä on alipaine ympäröivään tilaan nähden. Tämä kattilatyyppi soveltuu puun ja halkojen polttoon ilman lisälaitteita, mutta sen hyötysuhde ei ole yhtä hyvä kuin ylipainekattiloiden ja sen savuhormille on minimipituus, jotta tulipesään saadaan alipaine.

Alapalokattila on yleensä alipainekattila, jossa puu palaa alapuolelta ja uutta halkoa lisätään varastopesään, josta se valuu palotilaan. Tämä kattilatyyppi on yleisin varaavassa vesikeskuslämmityksessä.

Yläpalokattila on yleensä alipainekattila, jossa puu tai halko palaa päältä. Tämä kattilatyyppi soveltuu hyvin lyhyelle savuhormille.

Käänteispalokattilassa puu palaa päältä mutta savukaasut kierrätetään savukaasuimurin avulla jälkipalotilaan ja sen jälkeen ulos. Näin saavutetaan hyvä hyötysuhde. Savupiipun korkeudella ei ole väliä, koska käytössä on savukaasuimuri.

Lämmityskattiloissa tuotettu lämpöenergia siirretään yleensä veden avulla samassa kiinteistössä tai hyvin lähellä sijaitseviin kohteeseen. Keskuslämmityskattiloissa käytettävät polttotekniset ratkaisut kuitenkin poikkeavat suuremmissa laitoksissa käytettävistä ratkaisuista jonkin verran, sillä puun tehokas ja puhdas poltto pienemmissä kattiloissa on haastavampaa.

Nykyiset öljykattilat ovat teräslevystä hitsaamalla kasattuja valmiita kokonaisuuksia. Öljykattila on ylipainekattila.

Öljylämmityskattila (kuva: Ariterm Oy)

Puukattila (kuva: Nibe)

Puukattiloiksi luetaan kattilat, joissa puuta poltetaan halkoina ja ne laitetaan sinne käsin.

Hake- ja turvekattilana voidaan käyttää puu- tai öljykattilaa, johon asennetaan hakkeen tai turpeen syöttö-/polttolaite stokeri. Stokerilla varustettuun kattilaan ei vaadita termistä varolaitetta.

Pellettikattilana voidaan käyttää puu- tai öljykattilaa, joka varustetaan pelletin syöttö- ja polttolaitteella.

Pellettikattila (kuva: Nibe)

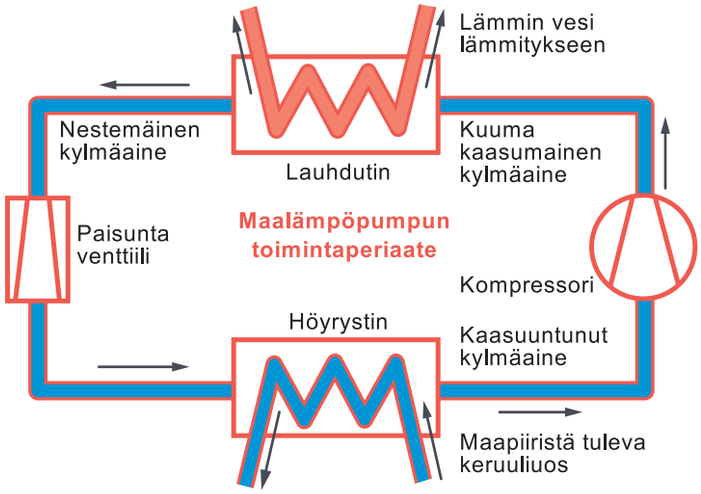
Pellettipoltin (kuva: Nibe)

LÄMPÖPUMPUT. Lämpöpumpputyypeittäin lämpöenergiaa otetaan ulkoilmasta, talon ilmanvaihtoputkiston poistoilmasta, vedestä, maasta tai kalliosta. Talon ulkopuolelta otettava lämpö on pääosin peräisin auringosta, lukuun ottamatta kallioperän lämpöä, joka on suurimmalta osin maapallon ytimestä johtuvaa lämpöä.

Ilmalämpöpumppu

Lämpöpumppu toimii kuten kodin kylmälaite. Lämpöpumppu siirtää toiminta-arvojensa sisällä lämpöä paikasta toiseen hyvällä hyötysuhteella. Kun lämpöpumpun toiminta-arvot ylitetään, hyötysuhde putoaa lähes yhteen, jolloin voidaan puhua suorasta sähkölämmityksestä.

Lämpöenergiaa otetaan talteen höyrystimen avulla lämpöpumpun kylmäainekiertoon. Lämpöenergiaa siirtyy kylmäaineen välityksellä lauhduttimeen, josta lämpö siirretään hyötykäyttöön.



Maalämpöpumpun toimintaperiaate

LÄMPÖPUMPPUVESIKESKUSLÄMMITYSLAITTEET. Lämpöpumppujen käyttö vesikeskuslämmityksen lämmönlähteenä on yleistynyt 2000-luvulla pientalojen lämmityksessä samalle tasolle kaukolämmön kanssa. Uudisrakennuksissa lämpöpumppu on usein pääasiallinen lämmönlähde. Ennen lämpöpumppujen tuloa markkinoille haja-asutusalueilla lämmönlähteenä olivat puu- ja öljykattilat. Paras hyöty lämpöpumpuista vesikeskuslämmityksessä saadaan käyttämällä lämmönjakotapana lattialämmitystä. Lämpöpumppujen paras lämpökerroin (COP) saadaan, kun toisiopuolen lämpötila voidaan pitää mahdollisimman alhaisena.

Maalämpöpumpuissa on kaksi kokoonpanoa. Edullisemmassa versiossa on yksi lauhdutin, joka on yhteinen käyttöveden ja lämmitysverkoston energian tuotantoon. Tässä versiossa hyvän COP:n saamiseksi lämpötila pidetään noin 50 °C:ssa ja käyttövesi lämmitetään määräajoin sähkövastuksella kuumemmaksi Legionella-bakteerin ehkäisemiseksi. Paremmassa mallissa on kaksiosainen lauhdutin tai varaaja, jolloin käyttövesi lämmitetään varaajan yläosassa kuumakaasulla ja alaosa lämmitetään normaalilla lauhdutuslämmöllä. Tässä mallissa käyttövesi saadaan lämmitetyksi riittävän kuumaksi, yli +55 °C:n lämpöiseksi, ilman sähkövastusta.

Koko lämpöpumpun energiantuotannosta noin 15 % on kuumakaasun energiaa. Kuumakaasu ei riitä pitämään yksiosaista varaajaa kuumana, mutta kahteen osaan jaetun varaajaan yläosa saadaan kuumakaasulla riittävän kuumaksi. COP saadaan, kun jaetaan saatu lämpöteho (kW) lämpöpumpun ottamalla sähköteholla (kW).

MAALÄMPÖPUMPPU tekee nimensä mukaisesti lämpöä maasta. Keruupiiri kerää lämpöä maasta joko maahan kaivetulla putkistolla tai maahan poratusta kaivosta putkistolla. Tontin koko ratkaisee, kumpaa tapaa voidaan käyttää. Porakaivo on kalliimpi ratkaisu, mutta pienellä tontilla se on usein ainut vaihtoehto.

Keruupiiri voidaan upottaa myös veteen. Vesiosuukunnat ovat myöntäneet lupia putkistojen sijoitukseen.

Maalämpöpumppua voidaan yksinään käyttää tyydyttämään koko vuoden lämmöntarve. Sähköä voidaan käyttää lisä- tai varalämmönlähteenä.

Maalämpöpumppu (kuva: Nibe)

ILMA-VESILÄMPÖPUMPPU tekee nimensä mukaisesti lämpöä ulkoilmasta. Sen rakenne on sama kuin maalämpöpumpun, mutta tarvittava energia otetaan ilmasta. Tämä aiheuttaa Suomen olosuhteissa sen, että talvella täytyy saada lisälämpöä jostain. Ilma-vesilämpöpumpuissa on sähkökattila, sähkövastus, jolla talven kylmimpinä aikoina voidaan lämmittää. Sähkövastusta voidaan käyttää myös varalämmönlähteenä.

POISTOILMALÄMPÖPUMPPU tekee nimensä mukaisesti lämpöä poistoilmasta. Rakennuksen poistoilma johdetaan poistoilmalämpöpumpun kautta

ulos. Laite ottaa poistoilmassa olevan energian talteen ja siirtää sen takaisin rakennukseen. Poistoilmalämpöpumpuissa on monia eri mallivaihtoehtoja. Yksinkertaisin tapa on siirtää energia vain käyttöveteen, mutta varustelluimmat vaihtoehdot siirtävät energiaa käyttöveden lisäksi myös tuloilmaan ja lämmitysverkostoon.

Poistoilmalämpöpumppu (kuva: Nibe)

AURINKOLÄMPÖVESIKESKUSLÄMMITYSLAITTEET. Aurinkosähkö kerätään aurinkopaneeleilla ja aurinkolämpö aurinkokeräimillä. Suoraa auringon säteilyä on käytetty historian alusta lähtien veden lämmittämiseen. Tekniikan kehittymisen esteenä ovat olleet edullinen energia ja se, ettei uusia energian tuotantotapoja ole ollut tarpeellista kehittää. Ilmaston muutos ja fossiilisten energioiden rajallinen määrä taas ovat luoneet tarpeen kehittää uusia energiantuotantotapoja.

Aurinkokeräimien kehittyminen ja tuotantokustannusten pienentyminen ovat lisänneet niiden käyttöä 2000-luvun jälkeen moninkertaisesti. Aurinkokeräimillä voidaan tuottaa edullista energiaa noin 7 kuukautta vuodessa. Kesäkuukausina aurinko tuottaa niin paljon energiaa, että se riittää pienellä investoinnilla kesäajan käyttöveden tarpeisiin.

Aurinkokeräimien käyttö on viime vuosina lisääntynyt suuresti.

Aurinkokeräimiä

SÄHKÖVESIKESKUSLÄMMITYSLAITTEET. Sähköllä lämmitetään varaajia, joista lämmin vesi on johdettu verkostoon. Sähkökattila on joko pieni säiliö, jossa on yksi sähkövastus, tai isommasta säiliöstä rakennettu usealla sähkövastuksella varustettu kokonaisuus, jossa on kaikki varusteet valmiiksi kytketty.

Sähkökattila (kuva: Nibe)

Lämpöenergian varastointi

Lämpöä varastoidaan yleensä veteen. Varastointia varten asennetaan vesisäiliötä, joita kutsutaan varaajiksi ja joihin lämpö tuodaan eri lähteistä. Varaaja eristetään hyvin, jottei energia häviä itsekseen.

Lämminvesivaraaja (kuva: Nibe)

Lämpöä voidaan varastoida myös muihin materiaaleihin kuin veteen. Aiheesta on meneillään ympäri maailmaa lukuisia tutkimuksia. Esimerkiksi Ruotsissa on tutkittu maaperän hyödyntämistä lämmön varastointiin.

Lämpö varastoidaan yleensä veteen, mutta tulevaisuudessa sitä saatetaan varastoida myös muihin materiaaleihin.

Lämmönjakelulaitteisto

Lämmönjakelulaitteistolla siirretään kattilassa aikaansaatu lämpöenergia rakennukseen ja huonetilaan.

KAUKO- JA ALUELÄMPÖVERKOSTO. Kaukolämpöverkostossa oleva lämpö siirretään rakennukseen lämmönvaihtimien avulla. Kaukolämpövesi ei kierrä rakennuksen lämmitysverkostossa. Kaukolämpöverkosto jakaa lämpöä sen syntypaikalta eli kattilasta käyttökohteeseen, esimerkiksi asuinkerrostaloon.

Kaukolämpöverkoston lämmönsiirtoaineena on vesi, jonka lämpötilaa ohjataan ulkolämpötilan mukaan. Talvella mitoitusulkolämpötilassa kaukolämmön menoveden lämpötila on +115 °C, ja kesällä käyttöveden lämmitykseen kaukolämpöveden lämpötila on +70 °C. Kaukolämmön menoveden lämpötila siis vaihtelee minimistä (+70 °C) aina maksimiin (+115 °C).

Kaukolämpöverkoston veden lämpötilaa ohjataan ulkolämpötilan mukaan.

Suomessa kaukolämpöputkisto sijoitetaan joitakin harvoja poikkeuksia lukuun ottamatta maahan. Jokien ylitykset on tehty siltojen yhteyteen. Kaukolämpöputkisto tehdään nykyisin kiinnivaahdotetuista yksiputkielementeistä.

Aluelämpöverkoston vesi kiertää rakennuksen lämpöjohtoverkostossa. Siinä on vain sekoituspiiri, jolla rakennuksen lämmitysverkoston lämpötilaa alennetaan käyttöön sopivaksi. Aluelämpöverkoston maksimilämpötila on yleensä +90 °C ulkolämpötilan mitoitustilanteessa. Aluelämpöverkoston lämpötila ei käyttöveden takia laske myöskään kesällä alle 70 °C:n. Aluelämpöputkisto rakennetaan kuten kaukolämpöverkostonkin putkisto. Käyttöveden lämmitystä varten on oma lämmönsiirrin myös aluelämpöverkostossa kuten kaukolämpöverkostossakin.

RAKENNUSTEN LÄMMÖNJAKELUVERKOSTO. Rakennuksessa tai samalla tontilla eri rakennusten välillä lämpö jaetaan putkistolla. Rakennusten sisällä putkisto voi olla tehty useasta eri materiaalista, kuten kuparista, teräksestä ja PEX-muovista. Lämpöjohtoverkoston PEX-putkien pitää olla happidiffuusiosuojattua putkea.

Rakennusten välillä lämpö jaetaan nykyisin PEX-virtausputkin varustetulla eristyselementillä. Elementtejä on eri valmistajilla erikokoisia ja erityyppisiä 1-putki-, 2-putki- ja 4-putkielementtejä. Terästä ja kuparia ei enää käytetä rakennusten välisien elementtien virtausputkina

Lämmönluovuttimet

LATTIALÄMMITYS on yleisin lämmönluovutustapa pientaloissa, ja se yleistyy myös isommissa kohteissa, kuten varasto- ja tuotantotiloissa. Ihminen tuntee kylmän hyvin herkästi ulkoraajoillaan, ja verenkierron heikentyessä kylmyys tuntuu jaloissa hyvin nopeasti. Lattialämmitys pitää jalat lämpiminä, jolloin huonelämpötila voi olla tavallista alhaisempi.

Lämpöpumppujen suosio lämmönkehittimenä on vaikuttanut myös lattialämmityksen suosioon. Yhdessä lämpöpumppu ja lattialämmitys saavuttavat parhaan hyötysuhteen. Lattialämmityksessä koko lattian pinta-ala on lämmityskäytössä, jolloin voidaan käyttää alhaisempaa pintalämpötilaa.

Vesikiertoisessa lattialämmityksessä putket asennetaan tarvittavan lämpötehon saavuttamiseksi 75–300 mm:n välein. Jokainen huone on oma piirinsä, ja isoissa huoneissa on useampia piirejä. Yhden piirin maksimipituus on noin 100 m. Huonetermostaatti ohjaa huonekohtaisesti lämpötilaa, ja sen taakse on kytketty kaikki huoneen piirien säätöventtiilien termomoottorit. Vesikiertoista lattialämmitystä voidaan lämmittämisen lisäksi käyttää myös kesäaikaiseen viilennykseen.

Ilmakiertoisessa lattialämmityksessä ilma kiertää putkessa suljetusti eli se ei sekoitu sisäilman kanssa. Tämä järjestelmä ei ole kovin yleinen Suomessa.

Lattialämmityksen asennus

LÄMPÖPATTERI on metallinen, lämpöä vedestä huonetilaan siirtävä laite. Lämpöpatteri asennetaan ulkoseinälle ikkunan alapuolelle, jossa lämpöpatteri estää kylmän ilman virtausta lattialle ja ikkunan huurtumisen. Joissain tapauksissa lämpöpattereita voidaan asentaa myös muihin paikkoihin.

Lämpöpatteri luovuttaa lämpöä huonetilaan säteilemällä ja niin sanotulla konvektiolla. Säteilylämpö säteilee lämpöpatterin pinnalta kohteeseen, esimerkiksi ihmisen iholle tai huonetilan rakenteisiin. Konvektiossa lämpöpatterin lähellä oleva ilma lämpenee ja ylöspäin noustessaan lämmittää huonetilaa. Säteilyn ja konvektion suhde lämmönsiirtymisessä vaihtelee eri lämpöpatterien tyyppien mukaan. Lattian alla kotelossa olevan lämpöpatterin konvektiolla siirtyvä lämpö on 100 %.

Yleisin käytetty lämpöpatterimalli on radiaattori. Sen hinta-tehosuhde on myös edullisin. Konvektorimallisia lämpöpattereita taas käytetään, kun tilaa on vähän ja patterilta vaaditaan suurta tehoa.

Radiaattori (kuva: Rettig Lämpö Oy)

Konvektori (kuva: Rettig Lämpö Oy)

SÄHKÖLÄMMITYS on lämmitysmuoto, jossa ensisijaisena energialähteenä on sähköenergia. Lämmitykseen voidaan käyttää suoraa, varaavaa tai osittain varaavaa sähkölämmitysjärjestelmää:

- Suorassa sähkölämmityksessä esimerkiksi sähköpatteri tai kattosäteilijä lämmittää huonetilaa silloin, kun siihen on tarvetta.
- Varaavassa sähkölämmityksessä jokin massa lämmitetään ylilämpöiseksi, minkä jälkeen sen annetaan käytön aikana jäähtyä. Lämpötilan laskiessa liian alas varaustila voidaan aloittaa normaalia aikaisemmin. Tässä hyödynnetään kaksoissähkötariffia, jolloin yöaikana sähkö on edullisempaa. Varaus massaan tehdään yöllä. Varaavana massana voivat toimia erilaiset kiviuunit, lattialaatta tai vesivaraaja.
- Osittain varaavassa lämmityksessä varaavan massan määrä on pienempi kuin varaavassa lämmityksessä. Osittain varaavassa lämmityksessä käytetään apuna esimerkiksi sähköpattereita.

Sähkötoimisessa lattialämmityksessä lattiavalussa oleva kaapeli toimii vastuksena ja lämpenee sähkövirran tehohäviöllä. Vesikeskuslämmitteisissä kerros- ja rivitaloissa sähkölattialämmitystä käytetään kylpy- ja saunatiloissa mukavuuden vuoksi. Mukavuuslämmitys alentaa rakennuksen energialuokkaa.

Yhdistelmälämmitys, hybridilämmitys

Hybridilämmityksellä tarkoitetaan kahden tai useamman eri lämmönlähteen yhteiskäyttöä vuoden energiatarpeen täyttämiseksi. Hybridilämmityksessä lämpö tuotetaan usealla eri tuotantomuodolla ja kerätään varaajaan. Varaajasta lämpöenergia jaetaan lämmitysverkostoon ja käyttöveden lämmitykseen.

Hybridilämmityksessä käytetään kahta tai useampaa lämmönlähdettä.

Aurinkokeräimien tuottama energia voidaan varastoida varaajaan, johon on kytketty jokin toinen lämmönlähde, esimerkiksi puukattila. Rakennuksen lämmittämiseen tarvittavasta energiasta osa voidaan tuottaa aurinkoenergialla. Suomen olosuhteissa aurinkokeräimet eivät voi toimia rakennuksen ainoa lämmönlähteenä. Kesäaikainen lämpimän käyttöveden energiatarve voidaan tuottaa auringosta.

1. Mistä johtuu, että rakennusta joudutaan lämmittämään kylmällä säällä. Perustele vastauksesi.

2. Miten lämpöpumput toimivat?

3. Millä eri lämmitystavoilla esimerkiksi omakotitaloa voidaan lämmittää?

4. Millä tavoin aurinkoenergiaa voidaan hyödyntää rakennuksen lämmityksessä?

5. Tutustu johonkin työsalissasi olevaan tai opettajan antamaan lämmitysjärjestelmään ja tee sen käyttämisestä esitelmä ryhmätyönä.

6. Etsi tietoa siitä, mitä tarkoitetaan hybridilämmitysjärjestelmällä ja mistä kokonaisuuksista se voi muodostua.

7. Miksi Suomen olosuhteissa ei voi käyttää lämmönlähteenä pelkästään aurinkokeräimiä?

1.8 Metallintyöstö

Metallien työstäminen on talotekniikan asennuksissa tavallista. Esimerkiksi putkia ja kanavia katkaistaan ja kanavaosia sekä rakennuspeltejä valmistetaan monia työtapoja ja koneita käyttäen.

Metallintyöstön voi ajatella olevan kuin sepän työtä eli metallin muokkaamista. Työstö on kuitenkin laajempi asia. Metallintyöstöä ovat myös lastuava työstö ja esimerkiksi katkaistun putken päiden viistäminen ja purseiden poisto.

> Suuressa osassa talotekniikan työtehtävistä käsitellään metalleja.

Yhteistä kaikille rakennustyömaalla tehtäville töille on se, että likaamista ja tulitöiden tekemistä pyritään välttämään. Liitosmenetelminä käytetään usein mekaanisia tapoja. Vesi- ja lämpöjohdoissa käytetään nykyisin paljon puristus- ja puserrusosia, ja ilmastointikanavat on jo kauan liitetty niittaamalla ja listoin.

Kuparisia juotettuja lämmitysputkia

Hitsaaminen

Hitsaaminen on yksi metallin työstötapa. Hitsaamista pyritään välttämään työmailla ja korvaamaan muilla työtavoilla. Muutamat putkistot on kuitenkin yleensä edullisempi tehdä hitsaamalla kuin muilla tavoin. Tällaisia putkistoja ovat esimerkiksi monet lämmitysjärjestelmien putkistojen osat.

Kaukolämpöputken hitsausta työmaalla

Hitsaus pyritään tekemään mahdollisimman pitkälti työpajalla hyvissä olosuhteissa. Kokoonpanohitsaukset taas tehdään työmaalla.

Hitsaustapoja on monta erilaista. Niille kaikille on yhteistä metallin sulaminen ja siten kappaleiden yhdistäminen. Yleensä hitsauksessa käytetään myös lisäainetta, jota sulatetaan lisäksi perusaineiden sulaan. Hitsauksessa syntyvää sulaa pitää suojata ilman hapelta, ettei esimerkiksi raudasta pala hiili pois ja liitoksesta tule haurasta. Sulaa suojataan lisäaineen mukana tuotavalla (puikon päällysteellä) tai letkulla kaasumaisena (suojakaasu tai kaasuhitsauksen kaasun huntu) johdetulla suoja-aineella.

> Hitsaustyöt ovat tulitöitä ja vaativat työmaalla erillisen luvan.

Vaativiin hitsauksiin hitsaajalta vaaditaan koulutus ja sertifioitu osaaminen eli hitsausluokkien suoritus. Hitsausluokka kertoo hitsaajan todennetun osaamisen tason ja sen, minkälaisia hitsauksia hän on pätevä suorittamaan.

Putken asentohitsausta

Myös muoveja voidaan hitsata. Muovien hitsauksessa voidaan käyttää samantapaisia menetelmiä kuin metallien hitsauksessa. Muoveja hitsataan nykyisin yleensä sähkömuhveilla ja puskuhitsaamalla. Muovien hitsaajan pitää olla koulutettu käyttämänsä menetelmään. Kaikki muovit eivät ole hitsattavia.

Puskuhitsattuja muoviputkia

KAASUHITSAUS on usein ensimmäiseksi opittava hitsaustapa. Kaasuhitsauksessa hitsaaja pystyy helposti hallitsemaan lämmöntuottoa ja sulaa ja lisäaineen tuonti on yksinkertaista. Suomessa kaasuhitsaus on yleensä happi-asetyleenihitsausta. Kaasuseos palaa liekkinä, jota on helppo säätää. Hitsauskaasu tuodaan letkuilla poltinputkelle. Poltinputkia on erikokoisia.

Kaasuhitsausta

POLTTOLEIKKAUSTA voidaan tehdä samoilla kaasuilla kuin hitsausta. Hitsauksessa käytettävä poltinputki vaihdetaan polttoleikkauskahvaan ja siihen valitaan sopiva kaasusuutin.

Polttoleikkausta

JUOTTAMINEN on kaasuhitsausta lähellä oleva metallien liitostapa. Kovajuotossa käytetään kaasuhitsausvälineitä ja lisäainetta eli juotoslankaa. Kuparisia

putkia juotettaessa puhutaan usein kapillaarijuotosta. Kupariset kapillaariosat menevät kupariputken päälle sopivan löysällä sovitteella. Osa ja putki lämmitetään ja lisätään sulaa lisäainetta (fosforikuparia tai hopeaa), joka imeytyy kapillaarivoiman vaikutuksesta osan ja putken väliin.

Putkessa neste nousee kapillaarivoiman ansiosta sen reunoilla ylöspäin.

Joitakin materiaaleja yhdistettäessä juottamisen onnistumiseksi on käytettävä juoksutetta, joka auttaa sulan liikkumista ja puhdistaa pintoja. Juottamista voidaan tehdä myös nestekaasulla ja metallista lämmityskolvia käyttämällä. Tinaaminen on myös eräänlaista juottamista. Siinä tinaa sulatetaan kappaleeseen.

Pieni kaasupullo

TIG-HITSAUS on sähkön avulla tapahtuvaa hitsausta, jossa valokaarta ja sulaa suojataan kaasulla. Lisäaine on Tig-hitsauksessa yleensä erillisenä lisäainelankana, jota hitsaaja syöttää sulaan toisella kädellään. Tig-hitsaus on syrjäyttänyt kaasuhitsauksen lähes kokonaan varsinkin työmaiden hitsauksissa. Sen etuna ovat suurempi tarkkuus ja hiukan keveämmät varusteet. Hitsaustapahtumassa sähkön valokaari sytytetään hitsauselektrodin ja kappaleen välille. Kuuma

Tig-hitsausta

valokaari sulattaa perusaineen, ja siihen lisätään lisäainetta. Suojakaasu jäähdyttää elektrodia ja estää sulan liian aikaisen kosketuksen ilman hapen kanssa.

Hitsausta voivat tehdä myös robotit. Robotti ei kuitenkaan vielä lähiaikoina pystyne korvaamaan ihmistä rakennustyömailla tapahtuvassa hitsauksessa.

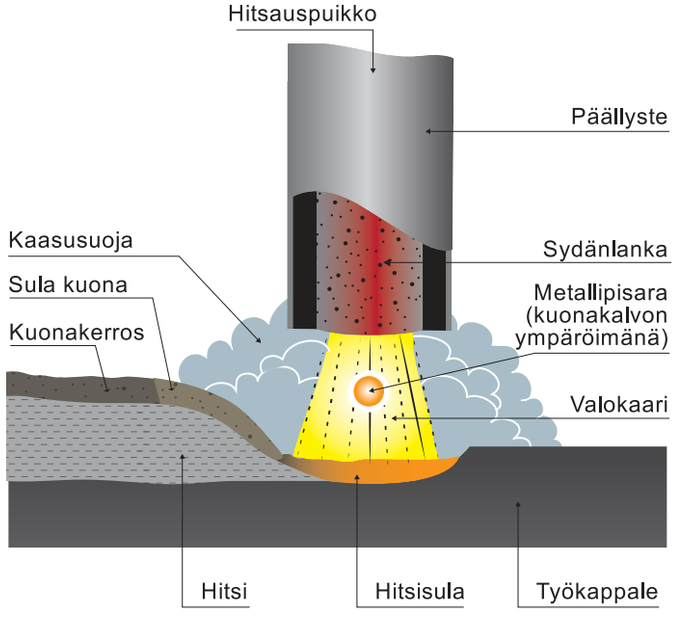
Tig-hitsauksessa voidaan käyttää samaa virtalähdettä kuin puikkohitsauksessa.

Hitsausta on automatisoitu paljon.

Hitsauskone (invertteri) varusteineen

Hitsausrobotteja

PUIKKOHITSAUS on vanha sähköhitsaustapa, ja se tehdään käsin. Valokaari palaa lisäainepuikon ja perusaineen välillä. Lisäaine sulaa ja liittyy sulaan perusaineeseen. Puikon sulanut päällyste suojaa hitsiä. Puikkoja on eri hitsausasentoihin ja erilaisille materiaaleille soveltuvia. Puikot pitää säilyttää kuivassa ja vaativissa hitsauksissa ne kuivataan ennen hitsausta. Puikon paksuus valitaan perusaineen ja hitsirailon mukaan sopivaksi.



Puikkohitsari

MIG/MAG-HITSAUS on myös sähköhitsausta. Siinä valokaari palaa lisäainelangan ja perusaineen välillä. Lisäaine syötetään hitsauskahvan läpi kelalta koneen sisästä. Kahvassa on elektrodi, jonka reiän läpi lanka syötetään. Valokaari sulattaa langan, ja sula kulkeutuu pisaroina sulaan perusaineeseen. Kahvan kaasusuuttimista kaasu virtaa suojakaasusuuttimen ohjaamana sulan metallin suojaksi. Mig/Mag-hitsausta on automatisoitu robottien tehtäväksi. Mig/Mag-hitsauksen aloittaminen on aloittelijallekin helppoa, koska se on helppo käynnistää kahvan nappia painamalla ja osoittamalla pistoolilla perusaineeseen päin. Käytännössä kone pitää kuitenkin säätä tarkasti

sopiville arvoille ja hitsaajan pitää seurata sulaa tarkkaan. Hitsaaja vaikuttaa hitsiin myös kahvan liikkeillä ja etäisyydellä.

Mig/Mag-hitsausta

Mig/Mag-hitsauksessa käytettävä hitsauskahva

Ohutlevyjä on kätevä liittää myös pistehitsillä. Pistehitsauksessa levyyn ei tule paljon lämpöä, minkä vuoksi se ei lämpölaajene ja lommoudu, kuten vaikkapa Mig/Mag-hitsatessa helposti käy. Pistehitsauskoneen kärkien väliin laitetaan hitsattavat ohutlevyt päällekkäin. Koneen kärkien välin syntyy virta, ja kärkiä puristetaan voimakkaasti yhteen. Levyihin muodostuneet pienet sulat yhdistyvät puristuksen vaikutuksesta. Näitä pistehitsejä laitetaan liitettävään saumaan rivi.

> Sinkitystä pellistä nousee hitsatessa sinkkihöyryä. Höyry aiheuttaa hengitettynä myrkytystilan.

Hitsisauma ei ole ilman- ja vedenpitävä, vaan se pitää tarvittaessa tiivistää erikseen. Autoteollisuudessa on automatisoituja pistehitsauskoneita. Ohutlevytyöpajoilla koneita käyttävät yleensä ihmiset.

Pistehitsauskone hitsaa.

Pistehitsauskoneen kärkien painaumien jälkiä pellissä

Hitsauksessa voi muodostua myrkyllisiä kaasuja ja hiukkasia, jotka ovat elimistölle vaarallisia. Suosituksena on, että raskaana olevat naiset eivät tekisi hitsaustöitä. Hitsaajan on huolehdittava työympäristönsä epäpuhtauksien poistosta. Joissakin tapauksissa hitsaaja joutuu myös käyttämään raitisilmalaitteita.

Hitsaussavukaasuimuri imee savua.

Sähköhitsauksen valokaari on työturvallisuusriski. Valo polttaa kuten voimakas auringonvalo. Iho ja silmät on ehdottomasti suojattava valokaaren valolta. Säteilyn leviäminen ympäristöön on myös huomioitava.

Sulan metallin roiskeet voivat polttaa. Hitsaajan haalarin on oltava tulenkestävä ja syttymätön, ja sen on suojattava koko keho. Joskus hitsauksessa käytetään myös esiliinaa. Kenkien on oltava umpinaiset, ja niissä on oltava hiukan vartta. Hansikkaina käytetään usein pitkävartisia eristettyjä hitsaushansikkaita. Hitsausnaamarin on suojattava kasvot kokonaan. Kaasuhitsauksessa riittää hitsauslasien käyttäminen, koska siinä ei muodostu polttavaa valokaarta. Naamarin ja kaasuhitsauslasien lasien tummuuksissa on eroja. Sähkö- eli kaarihitsauksessa on yleensä käytettävä tummia (nro 11) laseja. Kaasuhitsauksessa, jossa valo on himmeämpää, riittää vaaleampikin (nro 9) lasi.

Silmälasien päälle laitettavat kaasuhitsauslasit

Levyjentyöstö

Metallilevyjä työstetään hitsauksen lisäksi taivuttamalla ja leikkaamalla. Leikkaamisessa käytetään erilaisia teriä ja plasmaa sekä laseria. Levyjä voidaan työstää lieriöiksi mankelin avulla. Kun levystä halutaan kulmikas laatikko, se taivutetaan särmäyskoneella eli kanttikoneella.

Plasmaleikkuri leikkaa levyä.

Pienillä kanttikoneilla voidaan tehdä ohuista pelleistä tuotteita. Suurilla hydraulisilla koneilla taas voidaan taivuttaa useiden kymmenien millimetrien paksuisia monta metriä pitkiä teräslevyjä. Kanttikoneiden teriä ja leukoja on erilaisia, ja niitä voidaan usein myös katkoa sopiviksi kokonaisuuksiksi.

Ohutlevysepät, rakennuspeltisepät ja kanavaosien valmistajat ovat levyntyöstön ammattilaisia.

Kanttikoneita on automatisoitu, ja niissä on usein tietokoneohjaus (NC tai CNC).

Kanttikoneen ohjelmista valitaan tilanteeseen sopiva ja sitä muokataan tarpeen mukaan. Kone taivuttaa pellin haluttuun kulmaan ja mahdollisesti myös syöttää sitä automaattisesti kitaansa.

Kone laskee ja huomioi automaattisesti mittaviivan siirtymän taivutuksessa.

Iso särmäyskone taivuttaa levyä.

Levyntyöstökone

Levynvaotuskoneilla ja vastaavilla isoilla koneilla tehdään levyihin profiileita eli kuvioita. Isoilla koneilla tehdään esimerkiksi kattopeltien kuviointi.

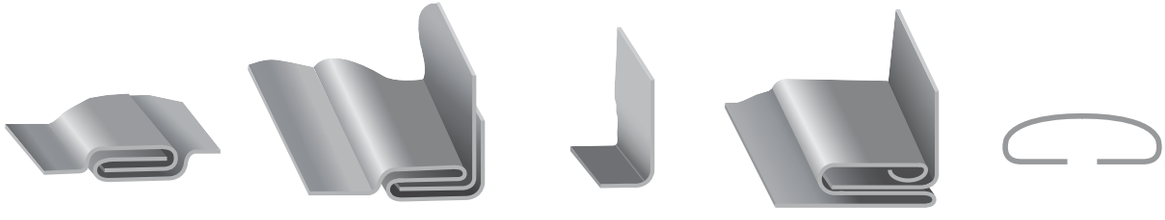
Levynmuokkauskone

Pienillä sähkökäyttöisillä ja manuaalisilla levynvaotus(sikki)koneilla tehdään ohutlevyihin jäykisteuria ja muotoja. Koneisiin voidaan vaihtaa eri profiilisia rullia eri tarkoituksiin tehtäviä vaotuksia varten.

Pöytämallinen sikkikone (kuva: koneita.com)

Levyjen kiinnityksessä käytetään niihin muokattuja saumoja. Saumauskoneilla voidaan tehdä eri käyttötarkoituksiin sopivia saumoja.

Yleisiä käytettyjä saumoja ovat hakasuma, Pittsburgh-sauma ja pikasauma. Saumatyypin tekoon voidaan käyttää omaa konettaan tai yhdistelmäkonetta, jolla voi tehdä useamman tyyppisiä saumoja.



Saumatyyppejä

Levyjen aihioiden mitoituksessa pitää muistaa huomioida saumavarat.

Metallin taivuttamiseen on useita erikoistarkoituksiin tehtyjä koneita. Peltisepät tekevät pyöreitä muotoja englanninpyörällä.

Englanninpyörä (kuva: koneita.com)

Kappaleen mitoissa pitää huomioida katkaisussa poistuva aine.

Metallin katkaisu ja leikkaaminen

Metallin katkaisussa voidaan käyttää lastuavia ja leikkaavia työtapoja. Ohutlevyjä on vanhastaan leikattu saksilla. Pöytämallin saksia kutsutaan kaarisaksiksi. Paksumpia metalleja voidaan katkaista vipuleikkurilla.

Peltisakset

Kaarisakset (kuva: koneita.com)

Levyleikkureilla voi leikata ohuita ja paksuja levyjä. Niiden teriä voidaan säätä eri paksuisten levyjen leikkaamiseen sopivaksi. Suuret levyleikkurit ovat usein sähköllä toimivia hydraulisia leikkureita. Levyleikkuri toimii kuin koneistettu kaarisaksi.

Levyä leikataan koneellisesti sähkökäyttöisillä nakertajilla ja pienillä levyleikkureilla.

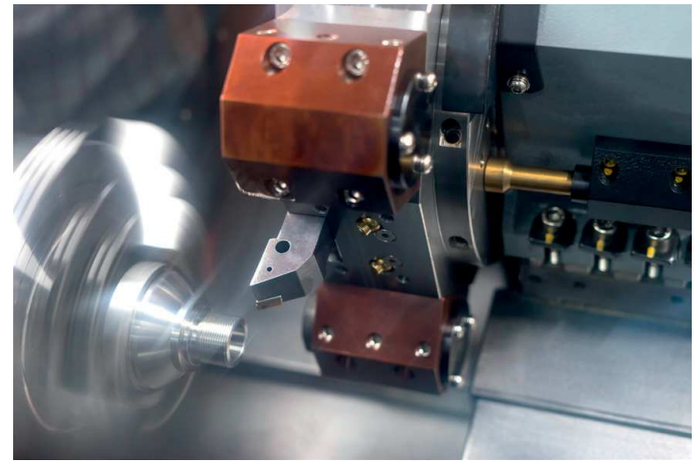
Käsissä pidettävä levyleikkuri

Pienillä levyleikkureilla ja nakertajilla voidaan leikata kuvioita ja muotoja. Nakertajan terä on teräväreunaisen putken mallinen, ja se leikkaa puolikaaren ja sirpin muotoisia paloja pellistä. Lävistyskoneessa on samantapainen terä, mutta sillä tehdään peltiin reikiä.

Lävistyskone

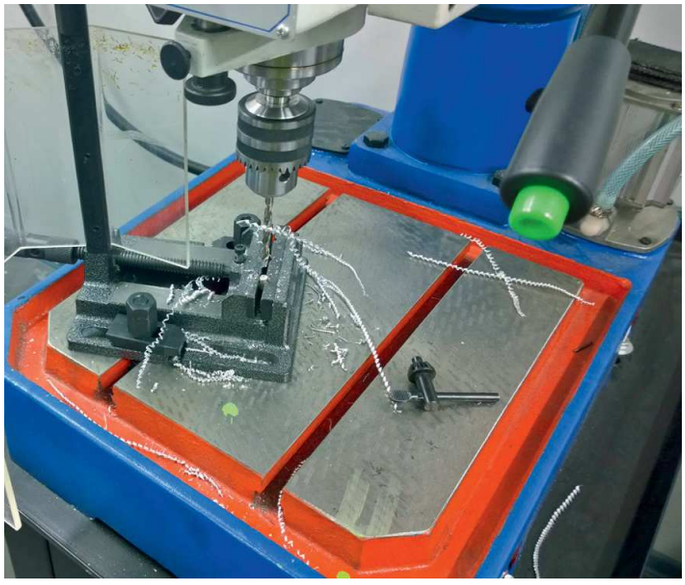
Lävistyskoneeseen voidaan laittaa muototerä ja leikata sillä valmiiksi muotoiltuja kappaleita. Samanlaisella koneella voidaan myös painaa peltiä muotoonsa vaikkapa kupiksi.

Peltiä voidaan myös muotoilla sorvissa painosorvaamalla. Painosorvissa pellistä voidaan tehdä suurempia muotoja kuin sikkikoneella. Yleensä sorvilla kuitenkin muotoillaan metallia leikkaamalla. Sorvissa voidaan tehdä muotoja ja kierteitä, minkä lisäksi sorvilla voidaan porata, jolloin kappale pyörii ja poranterä pysyy paikoillaan.



Sorvausta

Pylväsporakone on iso omalla työpöydällä varustettu kone. Koneen nopeutta ja syöttöä voidaan säätää. Usein pylväsporakoneeseen kuuluu jäähdytys- ja voitelunesteen ruiskutusjärjestelmä.



Pylväsporakone

Poraamisessa on hyvä huomata, miten poran pyörimisnopeus vaikuttaa työskentelyyn. Liian nopeasti pyörivä jäähdyttämätön terä voi kuumentua liikaa ja palaa pilalle. Samoin sorvissa pitää miettiä ja suunnitella pyörimisnopeudet sopiviksi.

Metallin tyypin mukaan on valittava sopiva työstönopeus ja leikkuuneste tai jäähdytysaine. Alumiinin työstössä tarvitaan eri nopeus kuin teräksen työstössä ja siinä käytetään usein alkoholiseoksia. Kaikkia metalliseoksia ei voi työstää poraamalla ja sorvissa. Eräiden metalliseosten ominaisuudet on tehty sellaisiksi, että niiden työstämisen voi aloittaa mutta metalli kovettuu työstettäessä niin, ettei terä enää pure siihen.

Sorvaaminen ja jyrsiminen sekä poraaminen tuottavat kappaletta leikatessaan lastuja.

Sahaaminen ja kulmahiomakoneella leikkaaminenkin irrottavat perusaineesta pieniä kappaleita. Kulmahiomakoneella (”rälläkällä”) leikkaaminen on tulityötä ja siten rakennustyömaalla luvanvaraista. Sen tilalla käytetäänkin usein sahaamista tai levyleikkureita. Vannesahoja on pieniä käsikäyttöisiä malleja, joilla voi katkaista ilmanvaihtokanavia ja putkia työmailla, ja suurempia verstaskäyttöön.

Kappaleen mitoissa pitää huomioida katkaisussa poistuva aine.

Suuri vannesaha

Sahoja, joissa on sirkkelinterämäinen metallin katkaisuun tarkoitettu terä, kutsutaan kylmäpyörösahoiksi tai pyörösahoiksi.

Kappale pitää katkaista oikealta puolelta viivaa. Muuten se jää sahanterän verran liian lyhyeksi.

Tällaisella sahalla katkaistaan putkia ja pieniä metallitankoja. Terässä on kovaa karkaistua metallia, ja usein siihen on kiinnitetty kovametalliteräpalat.

Pyörösahanterä

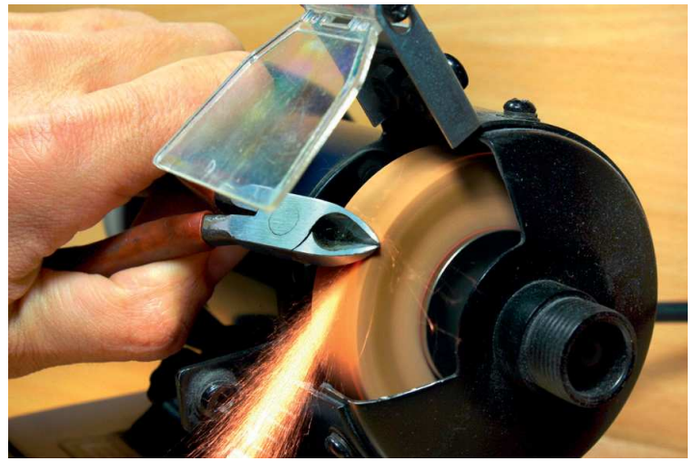
Metallia sahataan kuviosahoilla ja käsikäyttöisillä rautasahoilla. Niissä on kapea karkaistusta teräksestä tehty terä. Terän hampaiden muoto, haritus ja koko vaikuttavat leikkaamiseen. Rautasahassa on myös laitettava terä oikein päin. Se leikkaa paremmin, jos terän piikit osoittavat kahvasta poispäin.

Karkeateräinen kuviosaha

Työpajoilla on käytössä suuria rautasahoja, joiden lempinimi on nytky. Niiden sahausliike on samanlainen kuin käsirautasahan eli edestakainen. Paluuliikkeen aikana terä nousee hiukan irti kappaleesta, ja eteenpäin työnnön aikana terä puree kappaleeseen.

Suuri rautasaha eli nytky

Metallia hiotaan viiloilla ja hiomakoneilla. Penkkihiomakone on kiinteästi lattiaan tai pöytään asennettu kone, jossa on leveä kiviaineinen terä.



Penkkihiomakone, jossa on pieni suoja

Penkkihiomakoneilla teroitetaan teriä ja hiotaan metalleja puhtaaksi esimerkiksi pienistä paikallisista hitsausroiskeista. Hiomakiviä voidaan käyttää myös porakoneilla. Penkkihiomakoneet on nykyisin korvattu turvallisemmilla nauhahiomakoneilla.

> Huokoinen kivi väärin käytettynä voi murskaantua ja sinkoilla ympäriinsä.

Kaikkia koneita, joita käytettäessä on mahdollista saada lastuja tai roskia silmiinsä, on käytettävä silmäsuojaimet silmillä ja koneen suojat paikoillaan.

Lamellilaikkoja käytetään kulmahiomakoneissa.

Teräsharjoja on porakoneisiin ja kulmahiomakoneisiin tarkoitettuja. Niiden harjakset ovat suoria tai nippuun kierrettyjä. Pyörivän teräsharjan osuessa metallin kulmaan harjakset voivat sinkoilla ympäriinsä

kuin neulat. Teräsharjoja voidaan käyttää myös penkkihiomakoneissa. Harjasta jäävää karkeaa jälkeä voi siistiä kiillotuslaikoilla ja niihin laitettavilla hiomatahnoilla. Kiillotuslaikkoja on tehty kankaista, minkä vuoksi niitä joskus kutsutaan rättilaikoiksi.

Teräsharjoja

Talotekniikassa käytettäviä erikoistyökaluja ovat esimerkiksi putkileikkurit. On hyvä osata tunnistaa erilaiset putkileikkurit, koska esimerkiksi metalliputkia ei kannata katkoa muoviputken leikkurilla. Teräsputkileikkuria taas voi käyttää kupariputkiin, mutta kupariputkileikkurilla ei helposti katkaise teräsputkea terää rikkomatta.

Eri materiaaleille on omanlaisensa putkileikkurit.

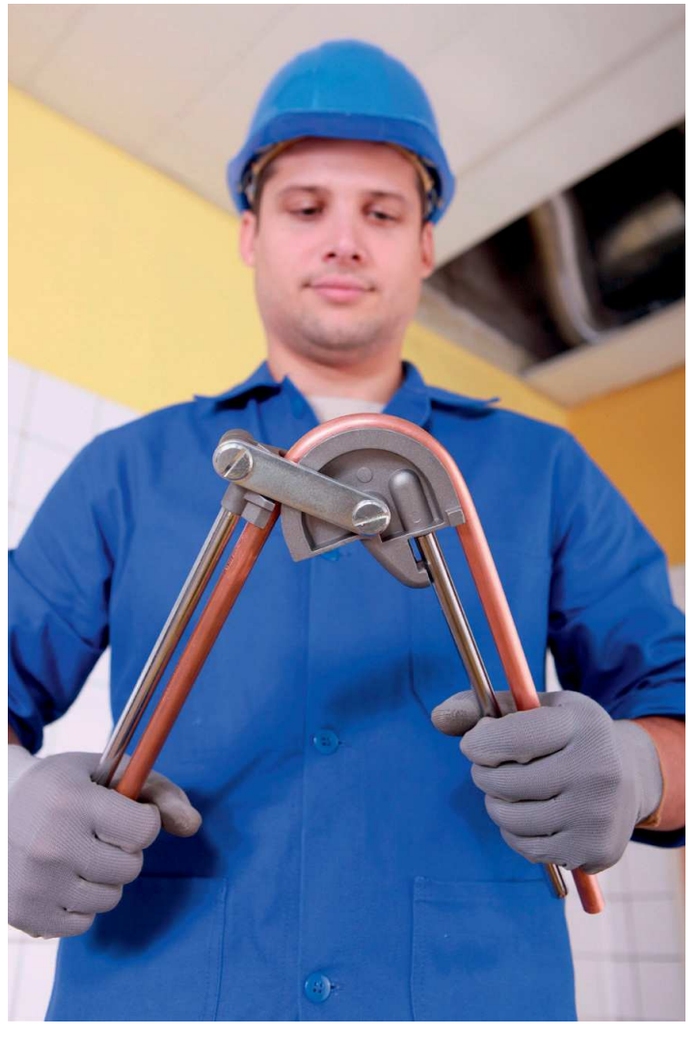
Putkileikkuri kupariputkelle

Muoviputken ja komposiittiputken leikkurit muistuttavat toisiaan.

Teräsputken leikkuri on isoin ja raskain putkileikkuri. Putkia leikatessa ne on hyvä kiinnittää paikoilleen vaikkapa putkiruuvipenkkiin. Tällöin putki ei pyöri mukana, kun putkileikkuria kiristetään, ja terä painuu syvälle putken pintaan.

Teräsputken leikkuri

Putkia taivutetaan jousien ja putkentaivuttimien avulla. Putkentaivuttimia on käsikäyttöisiä ja isoille putkille tarkoitettuja hydraulisia. Usein isojen putkien suunnanmuutokset tehdään hitsattavilla tai kierteytetyillä putkiosilla. Kun putkea taivutetaan, sen muoto saattaa muuttua ja sen poikkileikkauksen pinta-ala voi pienentyä.



Putkentaivuttimia on erilaisia.

Teräksisiin putkiosiin ja putkiin voidaan tehdä kierteitä työmaalla käsikoneilla. Koneiden leikkaavat terät lastuavat putken pinnasta metallia ja tekevät siihen kierteen.

Lastuamalla tehty kierre ei kestä yhtä suurta voimaa kuin pulttien kierre.

Putken kierteen tekemiseen käytettäviä kierrepakkoja

Kierteitettyjä putkia

Putkia kierteitetään. Kuvassa putkiruuvipenkki.

Putkista pitää muistaa ottaa pois särmät eli purseet, jotka ovat muodostuneet niitä katkaistaessa. Usein putken päät on myös viistettävä. Kun putki on viistetty, sen terävä reuna ei riko puristusosan kumitiivistettä. Purseen poisto vaikuttaa siten, että putken sisäpinnassa ei ole nesteen pyörteilyä aiheuttavia harjanteita.

TEHTÄVIÄ

1. Millä tavoin kupariputken voi katkaista?

2. Mikä on valokaari?

3. Miksi silmäsuojaimia on käytettävä poratessa?

4. Milloin leikkuunesteenä ja terän jäähdyttimenä käytetään alkoholia?

5. Mikä on vipuleikkuri?

6. Milloin käytetään englanninpyörää?

7. Mihin käytetään särmäriä?

8. Miksi sähköllä hitsattaessa täytyy käyttää peittävää naamaria?

9. Miten muoviputken leikkuri eroaa kupariputken leikkurista?

10. Mikä on sikkikone?

11. Miksi hitsaajan on käytettävä kokohaalaria?

12. Missä hyödynnetään kapillaarivoimaa?

1.9 Kannakointi ja kiinnitys

Kannakointi on talotekniikan putkistojen ja laitteiden ripustamista ja kiinnitystä. Kannakoinnissa täytyy huomioida materiaalien lämpölaajeneminen, äänen johtuminen rakenteisiin ja palonkesto. Esimerkiksi muoviputken täytyy päästä liikkumaan kannakkeissaan enemmän kuin teräsputken, koska lämmetessään se laajenee huomattavasti enemmän. Ilmanvaihtokanavien taas on pysyttävä paikoillaan myös niiden puhdistuksen ja nuohouksen ajan, ja vesijohtojen kannakkeiden täytyy sietää johdoissa mahdollisesti tapahtuvat paineiskut ja lämpölaajeneminen.

Teräsputki kannakoituna seinään

Putkien eristettyjä kannakkeita

Kannakoinnista on saatavilla ohjeita talotekniikan putkien ja materiaalien valmistajilta. Esimerkiksi Cupori määrittelee kupariputkien kannakointia, Uponor muovisten viemäreiden ja ilmanvaihtokanavien kiinnityksen ja Isover ja Paroc eritetyillä kanavilla kannakoinnin. Lisäksi Fläkt Woods ja Lindab ohjeistavat ilmanvaihtokanaviensa asennuksen ja Saint-Gobain valurautaviemäreittensä asennuksen. Rakennustiedon RT-kortissa puolestaan käsitellään kannakointia yleisesti, ja se perustuu Rakennus- ja LVI RYL:siin sekä muihin viranomaismääräyksiin (rakentamismääräyskokoelma ja asetukset).

Muoviset vesijohdon kannakkeet

Kannakointia ja kiinnityksiä tehdään eri materiaaleihin, ja käytössä on hyvin paljon erilaisia kiinnitysratkaisuja. Kiinnitysratkaisujen valmistajilla on tuotekohtaisia asennusohjeita, joita on aina noudatettava.

Väärä kannakemateriaali tai kiinnitysratkaisu voi aiheuttaa putkistojen romahtamisen.

Punainen sprinkleriputki

Kannakkeet täyttyy valita siten, että ne sopivat käyttötarkoitukseensa. Esimerkiksi ääni- ja lämpötilaolot asettavat kannakkeille vaatimuksia. Usein kannakkeen pitää olla sään tai kemikaalien kestävä. Kannakkeen on kestettävä myös kannakoitavan rakenteen paino ja sen mahdolliset värähtelyt ja liikkeet. Myös kannakkeen kiinnikkeissä täyttyy huomioida vastaavat vaatimukset.

Kannakkeet valitaan käyttötarkoituksensa perusteella.

Kannakointi ei saa myöskään rikkoa kannakoitavaa rakennetta. Kannakkeet on valittava sopivan kokoisiksi, eikä niitä saa esimerkiksi kiristää liikaa. Paloeristeet täytyy myös huomioida kannakoinnissa: eristyksen täytyy olla kannakeen kohdalla yhtä suojaava kuin muualla rakenteessa.

Ilmanvaihtokanavien kannakointi

Ilmanvaihtokanavien kannakeväli riippuu kanavien koosta ja siitä, ovatko kanavat yhtenäisiä. Mutkakohtiin ja venttiilien (päätelaitteiden) läheisyyteen asennetaan kannake. Pyöreiden metallisten ilmanvaihtokanavien osalta pääsääntö on, että kannakkeet asennetaan enimmillään 3 metrin välein. Alle 160 mm:n jatkoksia sisältävien kanavistojen kannakointiväli taas on 2,4 metriä. Kun kanavia asennetaan kattotuolien päälle, ne voidaan tukea paikoilleen esimerkiksi reikänauhalla. Kanavan ja kattotuolin väliin pitää laittaa materiaalia, joka eristää kanavan runkopalkista (solumuovi, eristevilla, tervapahvi) niin, että huomioidaan kanavistolle asetetut vaatimukset. Kattotuoleista kannakoitaessa kanaviston kannakeväli on 1,5 metriä.

Ilmanvaihtokanavia

Eristettyjä kanavia

Eristettyjä kanavia kannakoitaessa kannake asetetaan eristämättömään kanavaan ja eristys tulee kannakkeen päälle. Joskus myös kannakkeen kiinnitykset eristetään.

Muoviset ilmanvaihtokanavat kannakoidaan korkeintaan 1,5 metrin välein. Kannakkeina käytetään samoja ilmanvaihtokanavien kannaketyyppejä kuin metallisilla kanavilla. Muoviset valmiiksi tehtaalla eristetyt kanavat kannakoidaan eristeen päältä.

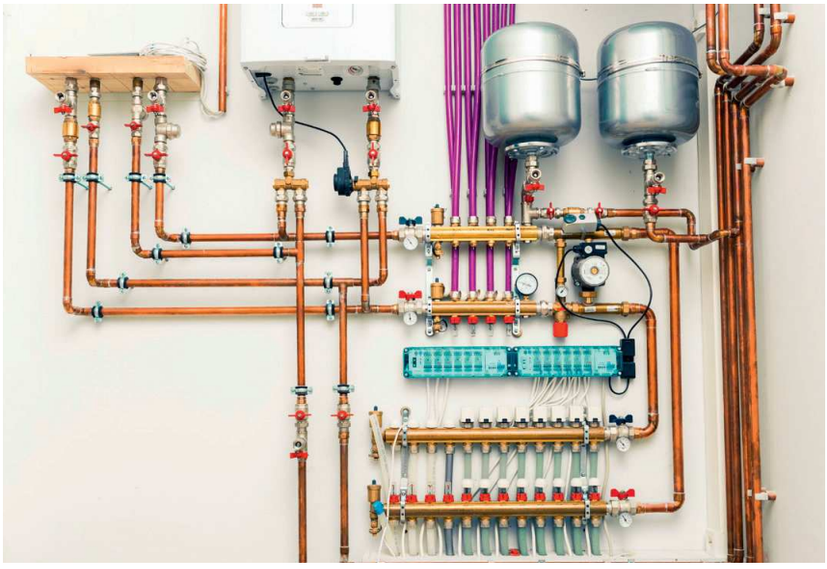
Kanavia asennettaessa on hyvä varmistaa valmistajan ohjeista erikoisempien tapausten kannakointiohjeet. Esimerkiksi pystykuiluissa kannakkeet voivat olla eri tavoin kuin vaakalinjoissa. Yleensä ilmanvaihtokanavien asennuksissa ei tarvitse huomioida lämpölaajenemista. Suurissa (teollisuus) kohteissa on kuitenkin noudatettava tavallista huolellisemmin suunnittelijan ja valmistajan antamia asennusohjeita.

Käyttövesi- ja lämmitysputkien kannakointi

Cuporin mukaan kupariputkien kannakointiväli vaihtelee putkikoon mukaan. Pienten putkien osalta kannakointiväliin vaikuttaa myös putken käyttötarkoitus ja se, onko ne valmistettu hehkutetusta (pehmeästä) kuparista. Putkiin laitetaan kannakkeet mutkien läheisyyteen ja liitoskohtiin.

Kupariputki kannakoitu eristetyllä kannakkeella (kuva: Veijo Lairi)

Kupariputkilla kannakointiin tehdään kiintopiste ja muut kannakkeet laitetaan niin, että putkisto pääsee lämpölaajenemaan hallitusti. Kannakkeen täytyy kyetä kannattamaan myös putken sisältämä neste ja eristeet, ja sen pitää kestää paineiskut.



Lämmityksen putkistoja

Komposiittiputkista kerrotaan esimerkiksi niiden valmistajan Uponorin komposiittikäsikirjassa. Sen mukaan komposiittiputkien kannakeväli vaihtelee pienten (16 x 2) putkien 1,5 metristä suurten (110 x 10) 2,4 metriin. Kannakkeita laitetaan myös mutkien ja liitosten läheisyyteen. Komposiittiputkilla käytetään tavallisia putken kannakkeita. Kannakkeista on huomattava, ettei niissä saa olla teräviä reunoja, jotka voisivat vaurioittaa putken pintaa.

Komposiittiputki

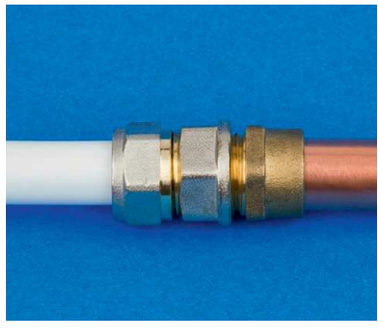
Valmistajilla on komposiittiputkien tavoin ohjeita ja käsikirjoja myös muovisista vesijohdoista. Uponorin PEX-käyttövesijärjestelmä-käsikirjassa esitetään PEX-putken asennusohjeita. PEX-putket asennetaan alajakoisina yleensä soraan tai lämmöneristeeseen tehtyyn uritukseen. Putkien asennuksessa käytetään suojaputkia, joiden sisällä varsinainen PEX-putki on väljästi. Yläjakoisessa asennuksessa PEX-putki on asennettava höyrynsulun alapuolelle.

Jakotukki

PEX-putken jakotukki kiinnitetään tukevasti telineeseen tai seinään. PEX-putki on muovia, ja se lämpölaajenee 50 °C:n lämpötilannousun myötä 9,5 mm/m. Pisimmät 15 mm:n PEX-putket ovat noin 12 metriä pitkiä, jolloin putki pitenee 11,4 cm.

PEX-putken suuren lämpölaajenemisen vuoksi hanavalmistajien ehdotuksesta PEX-putkien hanan puoleinen sulku pitää kiinnittää tukevasti rakenteisiin. Muuten hanan kupariputket pääsevät PEX-putken vaikutuksesta liikkumaan, karkenemaan (kovettumaan) ja aikaa myöten mahdollisesti katkeamaan.

Kuulasulkuventtiili ja pidike (Oras)



Komposiitti- ja kupariputki yhdistettynä ilman kiinnityskohtaan suositeltua kiinnikettä

Viemäreiden kannakointi

Viemäreitä tehdään nykyisin yleensä muovista tai valuraudasta. Muovisia viemäreitä on paineviemäreitä (PE) ja tavallisia viettoviemäreitä (PP).

Kiinteistöviemäriä asennetaan saneerauskohteeseen.

Viemäreitä käytetään rakennuksissa ja maahan upotettuna (infrastruktuuri). Kannakointi riippuu viemärin sijoituksesta, materiaalista, ääniteknisistä vaatimuksista ja viemärin asennosta.

Viemäri tukematta kaivuun pohjalla

Esimerkiksi Uponorin Kiinteistöviemäröinti-käsikirjassa kerrotaan kiinteistön sisälle tulevan viettoviemärin kannakoinnista. Uponorin ohjeessa viitataan myös LVI-kortiston ohjeisiin viemärien kannakoinnista. Näitä ohjeita täytyy asennuksessa noudattaa.

Viemäri saneerauksessa, kannake vielä auki

Viemärin lämpölaajeneminen täytyy huomioida käyttämällä kiintokannakkeita ja viemärin lämpöliikkeen mahdollistavia liukuohjaimia. Kiintopitimien eli kiinteiden kannakkeiden suurin väli tavallisella 110 viemärillä on 3 metriä. Myös pystyviemärissä on sama väli eli kannake asennetaan jokaiseen kerrosväliin.

Rakennusten sisällä käytetään palo- ja ääniteknisten vaatimusten vuoksi valurautaisia ja muovisia erikoisia desibeliviemäreitä. Valurautaviemärit ovat usein pystyviemäreitä ja kellareissa näkyvillä olevia viemäreitä. Pystyviemärissä pitää huomioida äänen johtuminen rakenteisiin ja ilmaäänet.

Viemärin kaltevuutta tarkistetaan.

Muoviteollisuus ry:n ohjekirjassa "Muoviputkien asennus" on ohjeita muoviputkien asennuksesta maahan. Ohjeessa esitetään kaivanto ja asennusalusta. Asennusalusta tehdään hiekasta, sorasta tai murskeesta. Putki ei saa jäädä kantamaan muhvin kohdalta, ja sen alle tuleva hiekka pitää putken painumisen estämiseksi tiivistää. Täytemaata ei saa tiputtaa suoraan putken päälle. Viettoviemärin pitää olla kallellaan kaksi prosenttia, eli siinä on sen veran kaatoa.

Infrastruktuurin viemäriä

Kiinnikkeet

Kiinnikkeiden sijoittamisesta on tarkat määräykset, joita tulee aina noudattaa. Jos kannakointia ei ole tehty sääntöjen mukaan, se ei myöskään läpäise tarkastusta. Putkistojen ja laitteistojen kiinnittämiseen pitää kiinnittää suurta huomiota, koska järjestelmien täytyy pysyä paikoillaan koko niiden elinkaaren ajan. Putki- ja sähkölinjat ja erilaisia aineita sisältävät laitteet eivät saa vaurioitua tai liikkua, jotteivät ne aiheuta välitöntä riskiä asukkaille ja rakennukselle. Liikkuminen ja tärinät aiheuttavat myös äänihäiriöitä ja saattavat aikaa myöten irrottaa esimerkiksi ankkurin, jolloin järjestelmän irtoamisen riski kasvaa jälleen. Joissakin olosuhteissa tulee lisäksi ottaa huomioon haitallisten aineiden tai kaasujen vaikutus kiinnitettyyn järjestelmään. Tällöin tulee valita oikea materiaali, kuten teräs tai ruostumaton teräs.

> Kiinnikkeiden sijoittaminen on määritelty tarkasti. Niitä koskevia määräyksiä on aina noudatettava.

Suurimmassa osassa kiinnityksistä käytetään kierteitä ja porakonetta. Kun kiinnikkeille porataan paikkoja esimerkiksi kattoon, asentajaan kohdistuu muun muassa putoamisriski sekä pölyn, melun ja huonon ergonomian aiheuttamia haittoja.

Seuraavassa luetellaan joitakin yleisimpiä kiinnitystapoja:

1. Ilmastointisangan tehtävänä on pitää ilmanvaihtoputkisto tukevasti paikoillaan. Sankoja on saatavana tarpeen mukaan niin eristettyinä kuin eristämättöminä. Kuva: Onninen.

2. Ilmastointivanteita eli reikänauhoja käytetään putkien, kaapelihyllyjen, alakattojen ripustamiseen ja ilmanvaihtoputkien tukemiseen. Kuva: Onninen.

3. Kierretangon käyttö on yleisin tapa erilaisissa kiinnityksissä. Se voidaan katkaista haluttuun mittaan, ja siihen voi kätevästi liittää muita kiinnityksiin tarvittavia osia, esimerkiksi ilmastointisangan tai putkenpitimen. Se on yleensä 2 metrin pätkissä myytävää metalliakselia, jossa on kierre.

4. Säätöruuvi ruuvataan toisesta päästä kiinnitettävään materiaaliin, joko suoraan tai ankkuria käyttäen. Toiseen päähän voidaan suoraan kiertää haluttu pidin kiinni. Kuva: Onninen.

5. Kiskojärjestelmät on suunniteltu antamaan asentajalle joustomahdollisuutta putkitukien, ilmastointikanavien ja kaapelihyllyjen asentamiseen. Kiskojen avulla samaan tukeen voidaan asentaa monta putkilinjastoa, ja niiden sijainti kiskossa on helppo muuttaa halutunlaiseksi. Kuva: Onninen.

6. Pinta-asennuskannakkeet tulevat näkyviin esimerkiksi kylpyhuoneessa. Niitä on erimallisia useisiin eri tarkoituksiin ja tyyleihin. Kuva: Onninen.

7. Putkenpitimiä on kymmeniä erilaisia. Lähinnä niissä vaihtelevat valmistusmateriaali, eristeet, lukitustapa ja se, onko pidin tarkoitettu yhdelle vai kahdelle putkelle. Kuva: Onninen.

8. Viemärin kannakkeet on tarkoitettu muoviviemäreiden kannakointiin. Kuva: Toimex Oy.

TEHTÄVIÄ

1. Yhdistä kuva oikeaan nimitykseen:

- Kiinteistön viettoviemäri
- Paineviemäri
- Infran maahan laitettava viemäri
- Sinkitty teräsputki
- Valurautaviemäri
- Kupariputki

2. Mitä pitää tarkistaa komposiittiputkien kannakkeista?

---

3. Mitä käytetään kupariputkien kannakointiin, ja mikä niistä on yleisin?

---

4. Selvitä, millaisia muovisia vesijohdon kannakkeita käytetään ja miten ne kiinnitetään rakenteisiin.

5. Selosta, miten tehdään viettoviemärin kannakointi pehmeälle alustalle (D1).

1.10 Putket

Teollisuudessa putkia tarvitaan talojen ja infrastruktuurin rakentamisessa. Käyttökohteita voivat olla muun muassa maanrakennus, raaka-aineiden kuljetus, lämmön kuljetus (kaukolämpö, maalämpö) ja uusiutuva energia (esim. aurinkoenergia). Talotekniikassa putkien käyttökohteita taas ovat muun muassa käyttövesi-, lämmitys-, jäähdytys, ilmanvaihto-, viemäri- ja sadevesijärjestelmät.

Putkia valmistetaan useista eri materiaaleista, joista yleisimpiä ovat metallit ja muovit. Lisäksi myös betonia käytetään putkistojen valmistamiseen esimerkiksi suurissa viemäriputkistoissa.

Kun rakennuskohteeseen valitaan oikean kokoista putkea, tulee tietää, puhutaanko tuumakoosta vai millimetrikoosta. Alla oleva taulukko selventää asiaa.

Teräsputket

Teräsputket voidaan jakaa kahteen ryhmään: saumattomiin ja saumallisiin putkiin. Saumattomat putket valmistetaan umpitangosta lävistämällä. Niitä käytetään yleisesti silloin, kun putkistoon kohdistuu mahdollisesti suuri paine. Saumalliset niin sanotut hitsatut putket taas valmistetaan levystä muokkaamalla, valssaamalla tai kierittämällä se putken muotoon, minkä jälkeen muodostunut sauma hitsataan kiinni.

Hitsattuja teräsputkia

	TERÄSPUTKET		MUOVIPUTKET	KUPARIPUTKET
DN-KOKO	ULKOHALKAISIJA	TUUMAMITAT	ULKOHALKAISIJA	ULKOHALKAISIJA
				10
10	17,2	3/8		12
12			15	15
15	21,3	½	18	18
20	26,9	¾	22	22
25	33,7	1	28	28
32	42,4	1 1/4		35
40	48,3	1 1/2		42
50	60,3	2		54
65	76,1	2,5		64
80	88,9	3		
100	114,3	4		
125	139,7	5		
150	165,1	6		

Ruostumattomia (RST) ja haponkestäviä (HST) putkia käytetään silloin, kun putkisto joutuu kovaan kemialliseen rasitukseen, kuten kemian-, elintarvike- tai laivanrakennusteollisuudessa.

Putkisto ruostumattomasta teräksestä

Sinkityt putket

Sinkittyjä putkia käytetään lämmitysjärjestelmissä, jäähdytysvesijärjestelmissä, sprinklerilaitteistoissa, sammutusvesiputkistoissa ja paineilmaverkostoissa. Asennus tehdään puristamalla, joten siihen ei tarvita tulityötä.

> Sinkittyä putkea **EI** saa käyttää käyttövesijärjestelmissä.

Kupariputket

Kupari ei reagoi veden kanssa. Tämän ominaisuutensa vuoksi kupariputket soveltuvat kaikkiin rakennusten taloteknisiin järjestelmiin.

Kupariputkia ja niiden osia

Komposiittiputket

Komposiittiputket koostuvat useasta eri kerroksesta. Kerrokset voivat olla esimerkiksi seuraavat:

- Polyeteenistä (PE-HD) valmistettu uloin muovikerros suojaa korroosiolta ja mekaanisilta vaurioilta.
- Keskimmäisen alumiinikerroksen ansiosta putki on taipuisa ja diffuusiolta suojattu.
- Silloitetusta polyeteenistä (PEX) valmistettu sisin kerros on korroosionkestävä.

Komposiittiputkia

Muoviputket

LATTIALÄMMITYSPUTKET. Vesikiertoinen lattialämmitys on mahdollista asentaa useisiin erilaisiin lattiaratkaisuihin. Sen etuja ovat nopea asennus, edullisuus ja käyttöturvallisuus. Matalalla lämmöllä toimiva lattialämmitys lämmittää lattian kauttaaltaan, jolloin lämpö saadaan nousemaan tasaisesti alhaalta ylös.

Esimerkki vesikiertoisesta lattialämmitysratkaisusta (kuva: Uponor)

PEX-PUTKET valmistetaan ristisilloitetusta PE-muovista. Putket ovat yleensä happidiffuusiosuojattuja ja niitä voidaan käyttää niin käyttövesi kuin lämmitysjärjestelmissä. Putkella on terminen muisti, mikä tarkoittaa sitä, että tehty taivutus voidaan oikaista takaisin lämmön avulla.

Kun putkia asennetaan rakenteiden sisään, ne tulee aina asentaa suojaputken kanssa. Suojaputken tehtävä on ohjata mahdollinen vuoto rakenteiden ulkopuolelle. Käyttövesijärjestelmässä sinisellä merkitty suojaputki on tarkoitettu kylmälle vedelle ja punaisella merkitty suojaputki lämpimälle.

PE-PUTKET (polyeteeni). PE-paineputkijärjestelmät on rakennettu vesijohto-, jätevesi- ja kaasuputkistojärjestelmiä varten.

PE-putkesta valmistettu käyttövesiputki

ERISTETYT PUTKET. Valmiiksi eristetyt putket ja putkistot nopeuttavat rakennuksen ulkopuolisen putkiston asentamista, ja ne mahdollistavat veden siirtämisen myös kylmissä olosuhteissa. Tarpeen mukaan putkistoon voidaan integroida myös lämmityskaapeli.

Eristetty PE-putki (kuva: Uponor)

1. Kerää opettajan luvalla työsalista pieni pätkä kaikista putkista, joita löydät, ja nimeä ne.

2. Laadi jostakin edellä mainitusta putkesta esitelmä opettajan ohjeiden mukaisesti.

3. Etsi DN15-putken eri materiaalia olevien putkien ulkohalkaisijat.

4. Miten erotat komposiittiputken muoviputkesta?

5. Taivuta PEX-putki ja palauta se muotoonsa. Vihje: Käytä lämpöpuhallinta.

1.11 Viemärit

LVI-tekniikan yksi tärkeimmistä osista kaiken kokoisissa kiinteistöissä on kiinteistön viemäröinti, Kiinteistö voi olla omakotitalo, kerrostalo, liikekiinteistö tai jokin muu rakennus, jossa käytetään vesilaitteita. Viemäröintiin kuuluvat niin vesikalusteiden oikea viemäröinti kuin rakennuksen alla sijaitseva pohjaviemäröinti ja muut rakennukseen liittyvät järjestelmät, kuten sadevesiviemäröinti, salaojajärjestelmät (hulevesi) ja radon-kaasun tuuletusjärjestelmät.

Viemäröinti lähtee rakennuksen sisällä joko vesikalusteesta (allas, WC-istuin, pesukoneen poistoliitin, lattiakaivo yms.) tai lattiakaivosta, josta esimerkiksi lattian pinnalta tuleva vesi johdetaan viemäriputkea pitkin kunnalliseen järjestelmään. Huoneessa olevassa lattiakaivossa tai altaassa on aina hajulukko, joka estää viemäriverkostosta tulevien hajujen pääsy asunnon sisälle.

Jätevesiviemäröinti on erillinen järjestelmä, johon ei saa johtaa muita rakennuksen kuivatusvesiä.

Viettoviemärin oikea kaltevuus on 20 ‰, eli metrin matkalla viemäri laskee 20 mm.

Omakotitalon ulkopuoliset viemärijärjestelmät

Pohjaviemäröinti suoritetaan perustusvaiheessa, koska pohjaviemärin on oltava alimmaisena muihin siihen rakennuksesta liittyviin viemäreihin nähden. Viemäreitä nimitetään asennus- ja toteutustavan mukaan pysty, -ja vaakaviemäreiksi. Pohjaviemäröinnin rakentamisessa on lisäksi huomioitava siihen liitettävän kunnallisen viemäröinnin korko, jotta mahdollistetaan veden normaali juoksutus rakennuksesta kunnalliseen viemäriverkostoon. Padotuskorkeutena on yleensä metri.

Materiaaleina viemäreissä voidaan käyttötarkoituksen ja erilaisten rakennuksia koskevien standardien vaatimusten mukaan käyttää valurautaa, PVC- ja PP-muoveja ja ruostumatonta tai haponkestävää putkea. Yleisin rakennuksen sisällä käytettävä viemärimateriaali on PP-putki (polypropeeniputki), koska sitä on helppo työstää. Lisäksi se on edullista ja sen erilaisten liitososien kirjo on erittäin runsas (yhteiden materiaali on PP-kopolymeeri). PP-viemäriputkien putkikoot (halkaisijat) ovat 32 mm (valkoinen), 50 mm, 75 mm ja 110 mm (harmaa).

Viemäriputkien osia

Viemäreiden rakenteellisessa suunnittelussa on myös huomioitava riittävien paloturvallisuusstandardien ja äänieristysvaatimusten noudattaminen. Lisäksi kaikkien rakennuksen viemärireittien ja pohjaviemärien suunnittelussa on otettava huomioon viemäreiden määräysten mukainen kallistus. Kallistuksella varmistetaan jäteveden oikea juoksunopeus. Kallistus ei siis saa olla liian jyrkkä, koska muutoin vesi menee jätteen edellä eikä riittävää putken huuhtelua tapahdu. Vastaavasti myöskään liian hidas juoksunopeus ei ole hyvä, koska se voi johtaa viemärin tukkeutumiseen.

Ammattitaitoisesti asennettu viemäröinti kestää normaalikäytössä vuosikymmeniä, joten voidaan sanoa, että oikein asennettu viemärijärjestelmä on huoleton ja turvallinen ympäristölle.

Lattiakaivot

Asuinhuoneistoissa, joissa on käytettävä lattiakaivoja, on myös huolehdittava hyväksytyn vesieristysjärjestelmän käytöstä. Vesieristyksen rakentajalla on oltava vesieristyssertifikaatti.

Lattiakaivo (matala vaakakaivo)

Lattiakaivomalli on aina valittava tapauskohtaisesti huonetilan lattiamateriaalin ja rakenteen mukaan.

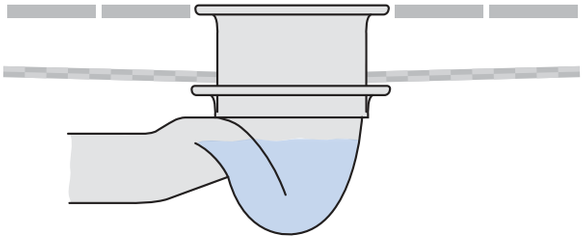
Lattiakaivoilla varustetut huonetilat on vesieristettävä, ja lattiakaivot on liitettävä hyväksytyllä tiivistysmenetelmällä vedeneristysjärjestelmään. Tyypillisiä rakennuksen niin sanottuja märkiä tiloja ovat sauna-, suihku- ja pesutilat. Ne on varustettava lattiakaivoilla.

Muut yleiset WC-tilat ja sellaiset tilat, joissa juoksutetaan vettä, on myös varustettava lattiakaivoilla. Lisäksi lattiakaivo tulee asentaa sellaisiin huonetiloihin, joissa on ylivuotovaara, kuten lämminvesivaraajan alapuoliseen tilaan, lämmönjakohuoneisiin ja ilmanvaihdon konehuoneisiin.

Lattiakaivojen mallivalikoima on runsas, ja jokaiseen asennustapaan on saatavilla hyviä vaihtoehtoja. Kuivakaivot ovat nimensä mukaisesti niin sanotusti kuivia, eli niistä johdetaan viemäriputki normaalilla vesilukolla varustetun lattiakaivon valutusosaan. Tällä mahdollistetaan se, että hajuhaittoja ei synny ja lattiakaivo on normaalisti kuivana. Tyypillinen asennusesimerkki saunassa on käyttää kuivakaivoa tai suositeltavampaa läpällistä erikoisvesilukolla varustettua lattiakaivoa. Koska saunaa ei välttämättä käytetä usein, normaali vesilukolla varustettu lattiakaivo saattaisi kuivua ja aiheuttaa hajuhaittaa.

Autotalli on suositeltavaa varustaa hiekan- ja öljynerotuskaivolla.

Pesualtaissa ja WC-istuimissa käytetään vesilukolla varustettua niin sanottua hajulukkoa, jonka tehtävänä on estää viemärin hajun pääseminen sisäilmaan Pesualtaiden hajulukko on avattavissa puhdistusta varten. Pesualtaiden hajulukkoa kutsutaan muotonsa perusteella myös pullovesilukoksi.

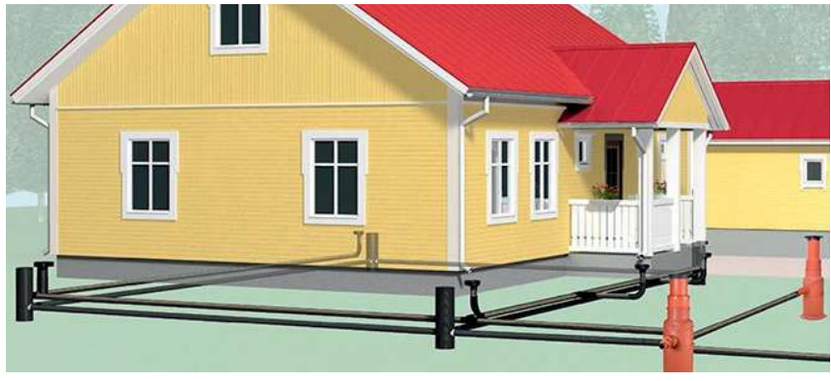


Hajulukon poikkileikkaus

WC-istuimissa hajulukko on istuimen jalkaosassa. Hajulukkojen yksi tärkeä tehtävä on estää myös viemäriverkostossa olevien bakteerien leviäminen huoneilmaan.

Rakennuksen ulkopuoliset vesijärjestelmät

Rakennuksen perustuksen ja rakenteiden pysyminen kuivana on erityisen tärkeää. Ilmankosteuden vaihtelut ja normaalit sääolot aiheuttavat kuitenkin rakennukselle ulkopuolista kosteusrasitusta, jota pyritään vähentämään perustusten ja rakenteiden riittävällä tuuletuksella ja pintavesien (hulevesien) oikeaoppisella hallinnalla. Rakennuksen ulkopuolisen vesieristyksen epäonnistuminen aiheuttaa pahimmillaan kosteus- ja homevaurioita ja siten erittäin kalliita korjaustoimia.



Rakennuksen ulkopuoliset vesijärjestelmät (kuva: Uponor)

Sadevesijärjestelmä

ilmasto-olot vaihtelevat vuosittain, mutta sadetta kertyy keskimäärin jotakuinkin saman verran vuodesta toiseen, joten sadevesien ohjaaminen pois rakennuksen rakenteista on hoidettava luotettavalla tavalla. On siis huolehdittava siitä, ettei sadevesi rasita kiinteistön rakenteita.

Sadevesijärjestelmään ei saa johtaa jätevesiä.

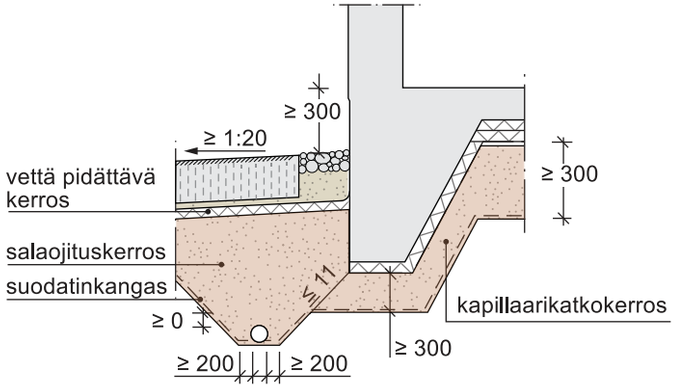
Sadevesi voidaan johtaa kunnalliseen sadevesijärjestelmään tai se voidaan imeyttää maastoon, jos maasto on siihen sopivaa. Osa pintavesistä voidaan johtaa myös vesistöön tai avo-ojiin.

Salaojajärjestelmä (perustusten kuivatusjärjestelmä)

Rakennuksen perustusten kuivana pysyminen on erittäin tärkeää, jotta niiden kautta ei pääse imeytymään rakenteisiin vettä. Rakennuksen ympärille on sen vuoksi asennettava salaojajärjestelmä, joka on rakenteellisesti alempana kuin perustukset. Näin varmistetaan mahdollinen vedenpinnan pysyminen riittävän etäällä perustuksista.

Salaojajärjestelmään ei saa johtaa kiinteistön muita vesiä.

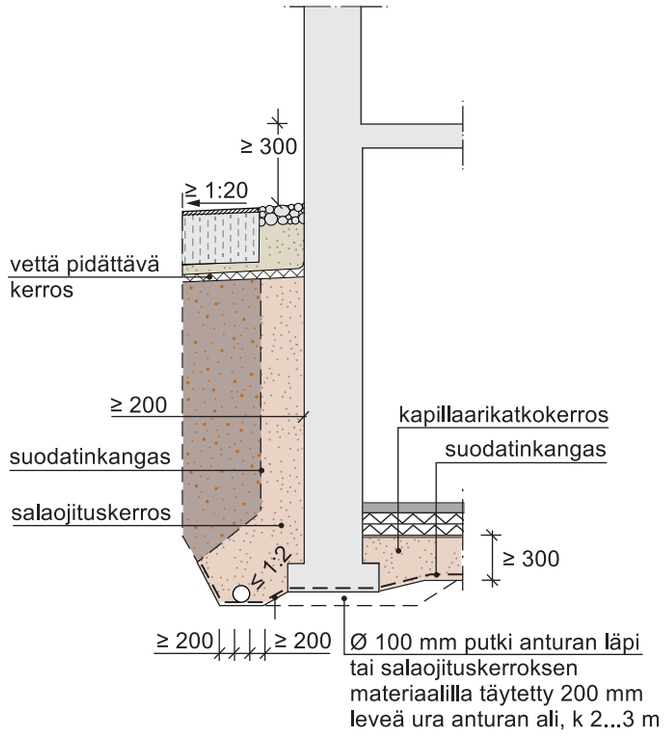
Salaojajärjestelmään kuuluvia valmistajakohtaisia osia ovat muun muassa salaojaputkistot, kaivot (normaalisti rakennuksen kulmissa) ja kokoojakaivo, johon poistuvat vedet johdetaan keskitetysti.



Salaojitusjärjestelmän rakenne

Salaojaputki (kuva: Meltex Oy)

Salaojakaivo (kuva: Meltex Oy)



Maanpinnan alapuolella sijaitseva rakenne

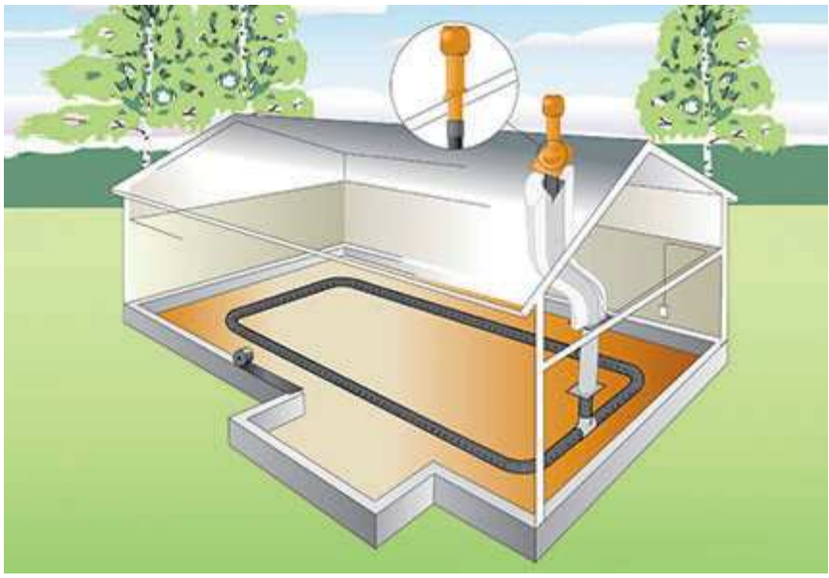
Salaojaputket ovat rakenteeltaan rei'itettyjä putkia, joihin putken ympärillä oleva vesi kulkeutuu. Rakennuksen ympärillä oleva putkisto liitetään rakennuksen kulmissa tarkistuskaivoihin, joista salaojaputkisto jatkuu eteenpäin, tai siitä johdetaan putkisto kokoojakaivoon.

Radon-kaasun pääsyn estäminen rakennuksen sisälle

Radon on täysin hajuton, mauton ja väritön radioaktiivinen, terveydelle haitallinen kaasu, jota ei voi havainnoida ilman erityisiä mittalaitteita. Radonin radioaktiivisuus johtuu maaperässä olevasta uraanista. Suomen maaperässä uraania esiintyy eniten Pirkanmaalla, Etelä-Suomessa ja Kaakkois-Suomessa. Pitoisuudet voivat vaihdella suuresti esiintymisalueen sisällä. Rakennuslupaviranomaiset antavat alueellisia lisätietoja radonin esiintymisestä rakennusalueella.

Radon on karsinogeeni eli syöpää aiheuttava aine.

Koska radon-kaasu on terveydelle haitallista, sen pääsy rakennuksen sisälle on pyrittävä estämään. Tähän voidaan käyttää laatan alle sijoitettua putkistoa tai alapohjan tuuletusta, jos se on mahdollista. On tärkeää tiivistää radon-putkiston liitoskohdat itse rakennukseen, ettei vuotokohtia pääse syntymään.



Radon-putkisto (kuva: Uponor)

TEHTÄVIÄ

1. Selvitä, miten viemäröintijärjestelmän tulee toimia ja miten voi varmistaa, että viemäriputkessa on oikea kaltevuus.

2. Asenna työsalissa viemärijärjestelmä mallilattiaan ja kytke se oletettuun viemäröintijärjestelmään opettajan antaman kuvan mukaan. Tutki annettujen ohjeiden mukaan viemärin oikeaa tukemista rakenteeseen.

3. Asenna työsalissa pesuhuoneen kaikki viemäröintiin liittyvät osat opettajan antaman suunnitelman mukaisesti.

4. Tutustu eri valmistajien tuotteisiin ja selvitä, miten äänieristys voidaan hoitaa valmiita osia käyttämällä.

5. Miksi radon-kaasun pääsy rakennuksen sisälle on estettävä?

2. LÄMMITYS-JÄRJESTELMÄT

Tässä luvussa käsitellään kiinteistöjen lämmitysjärjestelmien asennusta ja siihen liittyviä järjestelmiä ja lämmönsiirtolaitteita. Lämmitysjärjestelmien asennuksesta ja laitteista ei ole kaiken kattavaa viranomaisohjetta eikä määräystä. Suomen Rakentamismääräyskokoelma käsittelee vesi-, viemäri- ja ilmanvaihtolaitteita. Kun laitteita tilataan ulkomailta, on otettava huomioon Suomen olosuhteet, koska kaikki laitteet eivät sovellu niihin.

Ohjeet ja luvat

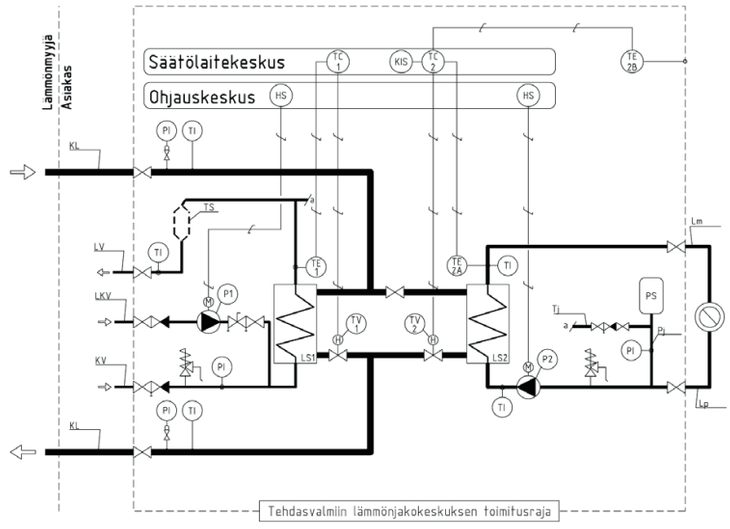
Energiateollisuus ry on laatinut ohjeen Rakennusten kaukolämmitys Määräykset ja ohjeet Julkaisu K1. Julkaisua uusitaan aina tarpeen mukaan. Ohje käsittelee kaukolämmitykseen liitettyjen rakennusten lämmitysjärjestelmiä. Tukes puolestaan valvoo painelaitelakia, jonka alaisuudessa valmistetaan lämmityksessä käytettävät kattilat, varaajat yms. laitteet, joissa on paineen alainen neste tai kaasu. Omakoti- ja rivitaloasuntojen lämmitysjärjestelmien tehot ovat niin pieniä, etteivät laitteistot vaadi määräaikaistarkastuksia. Painelaitelaki ja standardit kuitenkin vaativat lämmityslaitteistoon varolaitteet mahdollisen ylipaineen estämiseksi.

Öljy- ja kaasupolttimet ovat luvan vaativia laitteita. Niiden asennus ja huolto ovat myös luvanvaraista työtä. Myös kaikkien ilma- ja ilma-vesilämpöpumppujen asennus ja huolto ovat luvanvaraista työtä. Omakotitalojen poistoilmalämpöpumppujen asennus taas ei ole luvanvaraista työtä. Maalämpöpumpun saa asentaa ammattitaitoinen asentaja. Maalämpöpumpun ja poistoilmalämpöpumpun huolto on luvanvaraista työtä silloin, kun joudutaan huoltamaan kylmäainepiiriä. Valmistajalla voi olla takuuseen liittyviä ohjeita asennuksesta.

Lämmönkehittimet

KAUKOLÄMMÖN ALAJAKOKESKUKSET. Rakennusten kaukolämmön alajakokeskukset asennetaan Energiateollisuus ry:n ja paikallisen kaukolämmön tuottajan ohjeiden mukaisesti.

Alajakokeskus on tehdasvalmis paketti, joka kytketään ensiöpuolelta kaukolämpöverkostoon ja toisiopuolelta rakennuksen lämmitys- ja käyttövesiverkostoon ja tarvittaessa ilmalämpöverkostoon. Ensiöpuolen asennus on luvanvaraista, ja kytkennän saa suorittaa lämmöntuottajan hyväksymä urakoitsija.



Mallikytkentäkaavio, K1 (kuva: Energiateollisuus ry)

Lämmönjakokeskus (kuva: HögforsGST)

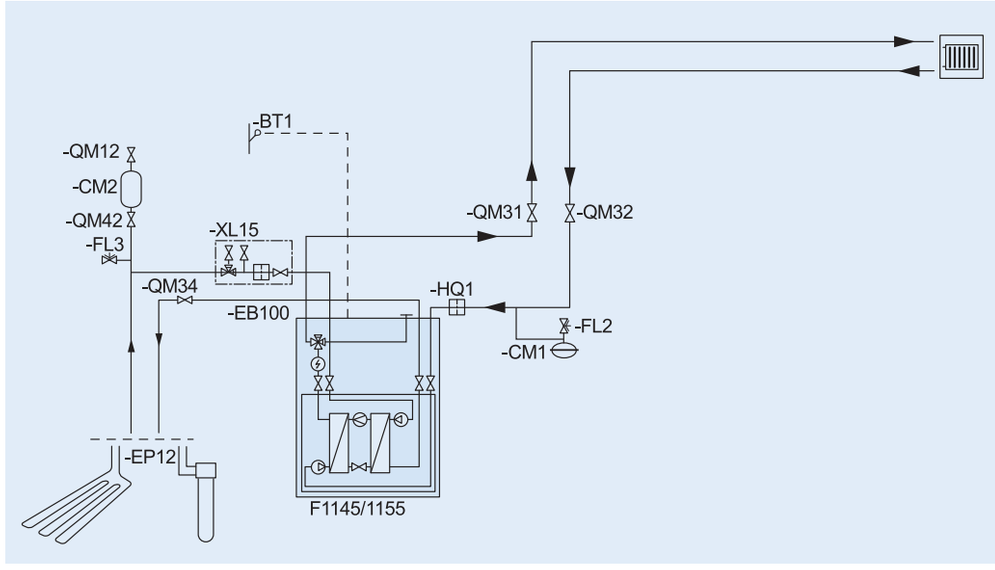
KATTILALAITOKSET. Öljy- tai maakaasukattilaitos on yksinkertaisin kattilalaitos. Lämmityskattila kytketään rakennuksen lämmitys- ja käyttövesiverkostoihin. Öljypoltinta varten asennetaan joko sisä- tai ulkotilaan öljysäiliö. Kaasupoltin kytketään kaasutoimittajan verkostoon. Kattilaan kytketään kytkentäkaavion mukaiset laitteet ja varusteet. Öljy- ja kaasupolttimen sekä öljysäiliön asennus ovat luvanvaraista työtä.

Biopolttoainekattilalaitos on kytkennältään monimutkaisempi. Pellettipolttimella ja automaattisella palotapatuman säädöllä varustettu kattila kytketään kuten öljykattila. Siihen ei tule ylimääräistä varaajaa.

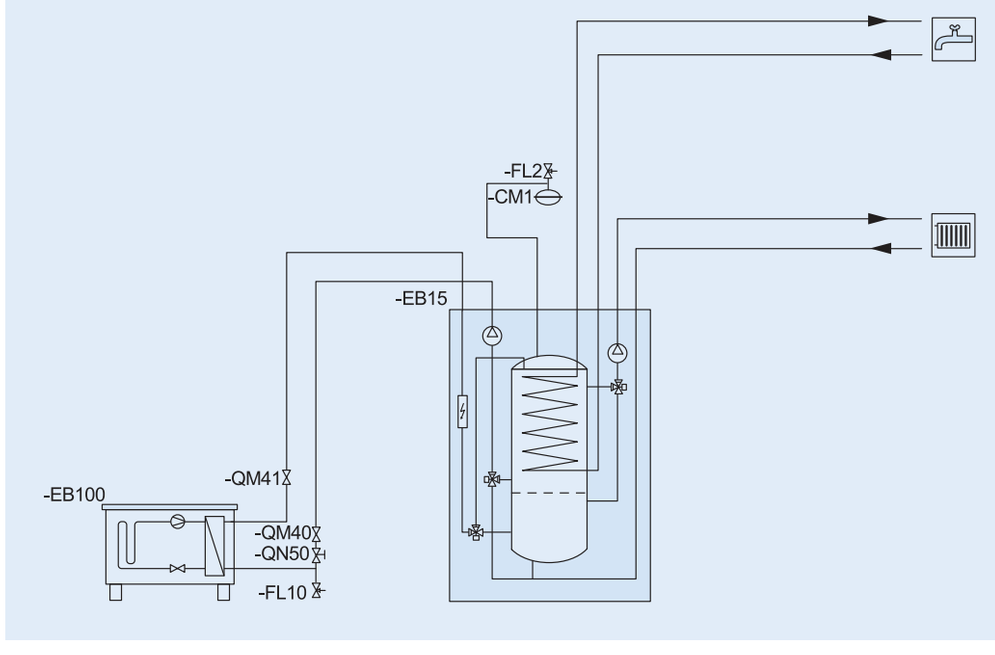
Puukattila taas on kytkennältään suuritöisempi ja vaatii suuremman lämmönjakohuoneen. Puukattilaa käytetään varaajan lataamiseen. Tällä tavoin kattilan hyötysuhde ja päästöt saadaan kohdalleen. Varaavassa lämmityksessä kattilassa poltetaan puuta täydellä teholla ja sitten sammutetaan liekki kun varaajan lämpötila on asetusarvossaan. Asennus ei ole luvanvaraista työtä.

MAALÄMPÖPUMPPU kytketään ensiöpiiriin joko maapiiriin tai porakaivoon ja toisiopiirit rakennuksen lämmitys- ja käyttövesiverkostoon. Asennus ei ole luvanvarainen. Laitevalmistajalla voi kuitenkin olla takuuseen liittyviä ehtoja.

VESI-ILMALÄMPÖPUMPPU kytketään rakennuksen lämmitys- ja käyttövesiverkostoon. Vesi-ilmalämpöpumppupaketin kytkentä on luvanvaraista työtä. Ulko- ja sisäyksikön välillä on kylmäainepiiri, ja sen liittäminen vaatii luvan.



Esimerkki maalämpöpumpun kytkennästä



Esimerkki vesi-ilmalämpöpumpun kytkennästä

POISTOILMALÄMPÖPUMPUN ensiöpuoli kytketään rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmään ja toisiopuoli rakennuksen käyttövesiverkostoon ja lämmitysverkostoon laitteen mukaan. Poistoilmalämpöpumppuja on monia eri versioita.

AURINKOLÄMMITYS kytketään aina varaajaan, ja lähes aina aurinkolämmitys on myös hybridilämmitys. Yksinkertaisimmillaan varaajaan on aurinkolämmityksen lisäksi kytketty sähkövastukset lisälämmitystä varten. Aurinkolämmitykseen ei kannata yhdistää vesi-ilmalämpöpumppua, koska niiden paras ja huonoin toiminta-alue ovat yhtä aikaa.

Lämmön jakelu

Lämmön jakelulla tarkoitetaan tehdyn lämmön siirtämistä sen syntypaikasta, esimerkiksi lämmityskattilasta, sen käyttöpisteeseen, esimerkiksi huonetilaan. Lämmön jakelu tapahtuu lämpöjohtoverkoston avulla.

Putkiston asennus

Putkisto pyritään asentamaan näkyville tai ainakin kevyen kotelon taakse niin, että mahdolliset vuodot on helppo paikallistaa.

Lämpöjohtoverkoston asennus poikkeaa vesijohtoverkoston asennuksesta. Lämpöjohtoverkostossa on ilmaa, kun se ensi kertaa täytetään, ja muutoinkin täytön yhteydessä verkostoon tulee hapekasta vettä, josta ilma vapautuu. Lämpöjohtoverkosto on asennettava niin, että se on ylöspäin nouseva. Jos verkostoon tulee niin sanottu pussi, siihen on asennettava ilmanpoistin. Vedestä vapautuva ilma aiheuttaa kiertohäiriöitä verkostossa.

Lämmitysverkostossa ollut vesi ei sisällä happea, ja sen haju on tunkkainen.

PUTKIEN KIINNITYS JA KANNAKOINTI. Putket kannakoidaan niin, etteivät ne eivät rasita putkistoon asennettuja laitteita, kuten pumppuja, venttiileitä ja muita varusteita. Kannakkeiden materiaali on valittava putkiston materiaalin mukaan niin, että huomioidaan korroosio ja mekaaninen rasitus.

Putkiston liitostavat

Hitsaus-, kova- ja pehmytjuoteliitokset saa jättää rakenteiden sisään. Kierre-, laippa-, puristus- ja puserrusliitokset taas on jätettävä näkyviin tai helposti avattavan ja juorureiällä varustetun rakenteen sisään. Määräyksenä on, että putkiston vuoto on pystyttävä havaitsemaan helposti ja nopeasti (Suomen Rakentamismääräyskokoelma osa C2 Kosteus).

Lämmönjakohuone

KIERRELIITOS tehdään niin, että putken päähän tehdään joko käsipakalla tai koneella kierre, johon asennetaan tarvittava osa. Kierreliitoksen tiivistämiseen on eri käyttötarkoitusten mukaan erilaisia materiaaleja. Tiivistysmateriaaleja on myös erikoistarpeisiin. Näitä ovat esimerkiksi korkeat lämpötilat ja paineet sekä virtaavan nesteen, kuten vesi-glykoliseosten, vaatimukset.

Kierreliitos

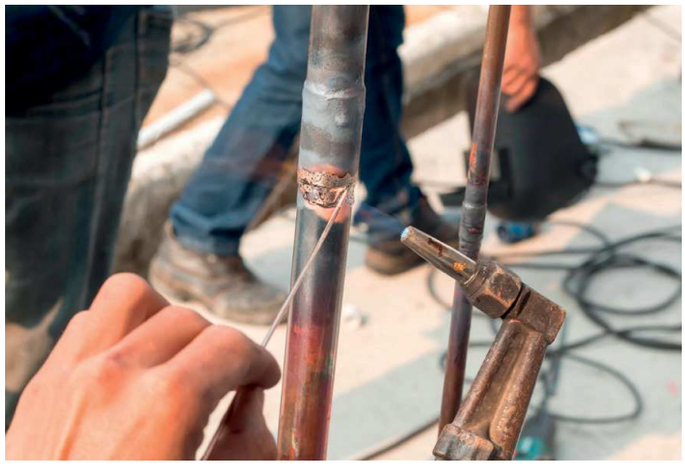
Kierreliitoksen tiivistysmateriaalit ja käyttötarkoitus:

TIIVISTYSAINE	KÄYTTÖKOHDE	KÄYTTÖALUE	EI SOVELLU
Pellava ja kitti	L-verkoston kierreliitokset	Alle 120 °C:n lämpötiloille ja max 1:n MPa paineelle	Höyrylle, kaasuille, öljyille, LTL-nesteille
Putkiteippi	L-verkoston kierreliitokset	Alle 100 °C:n lämpötiloille ja max 2 MPa:n paineelle	Höyrylle
Tiivisteliima	L-verkoston kierreliitokset	Alle 100 °C:n lämpötiloille ja max 2 MPa:n paineelle	Höyrylle

HITSAUSLIITOKSEN tekoon on useita hitsausmenetelmiä. Putkiasentaja käyttää hitsausliitoksen tekoon yleensä kaasu- tai puikkohitsausta. Myös Tig-hitsaus on yleistynyt putkihitsauksessa. Tulityövaatimukset ja saneerauskohteet ovat kuitenkin vähentäneet hitsausliitosten määrää.

KOVA- JA PEHMYTJUOTOS. Kupariputken juottaminen on joko kova- tai pehmytjuottoa. Juottamisessa käytetään lisäainetta ja juotostahnaa. Juotostahna poistaa hapettumat ja takaa liitoksen onnistumisen. Pehmytjuotossa lämpötila on alle 450 °C ja kovajuotossa yli 450 °C.

Hitsausliitos



Kovajuottamista

LAIPPALIITOS tehdään hitsaamalla putkeen laippa, joka kiinnitetään pulttien, mutterien, aluslevyjen ja laippatiivisteen avulla esimerkiksi laipalliseen venttiiliin.

Laippaliitos

Kova- ja pehmytjuotos tehdään kapillaariliitokseen tehdasvalmiita osia käyttämällä tai työkaluilla tehtyihin kapillaariliitoksiin. Kupariputken jatkaminen tehdään erikoistyökaluilla tai käyttämällä tehdasvalmiita kapillaariosia. Kun kupari juotetaan kupariin, juotostahnaa ei tarvitse käyttää. Kun kupari juotetaan messinkiin, juotostahnaa sen sijaan käytetään.

Kova- ja pehmytjuoton ominaisuuksia:

JUOTOSTAPA	LÄMPÖTILA	LISÄAINE	JUOTOSTAHNA	LÄMMITYSVÄLINE
Kovajuotos	> 450 °C	Hopea ja fosforikupari	• F 600 • Kovajuoksutetahna	Happi-asetyleeniliekki
Pehmytjuotos	< 450 °C	Tina ja tina-hopeaseos	• SC 5 • Pehmeäjuoksutetahna	Sähkövastus ja neste-kaasuliekki

PURISTUSLIITOS tehdään käsikäyttöisellä koneella tyyppihyväksytyin puristusleuoin ja osin. Puristustyökaluja ja osia saa käyttää vain valmistajan ohjeiden ja tyyppihyväksyntäpäätösten mukaisesti. Puristuskone leukoineen on huollettava määräajoin, jotta voidaan taata liitoksen pitävyys.

PUSERRUSLIITOS tehdään osilla käsityökaluja käyttäen valmistajan ohjeiden mukaisesti.

Putkien katkaisu

Putket katkaistaan materiaalin mukaisella leikurilla. Leikkurilla katkaistaessa metalliputki kuroutuu sisäänpäin. Kurouma eli purse pitää poistaa jyrsimellä ennen jatkokäsittelyä. Purse pienentää putken virtausaukkoa. Muoviputken purse poistetaan kalibrointityökalulla.

Metalliputket katkaistaan pyöritettävällä putkileikkurilla, jossa on ohjausrullat ja leikkaava terä. Metalliputki voidaan katkaista rautasahalla ja isoissa kokoluokissa DN 50:stä ylöspäin voidaan käyttää katkaisua varten tehtyä konesahaa.

Putkileikkuri valitaan putken materiaalin mukaan.

Komposiittiputket ja PEX- putket katkaistaan saksimallisilla leikkureilla ja isommissa kokoluokissa rautasahalla. Saksimallisia leikkureita on eri kokoja pienille ja isoille muoviputkille.

Metalliputkileikkuri

Muoviputkisakset

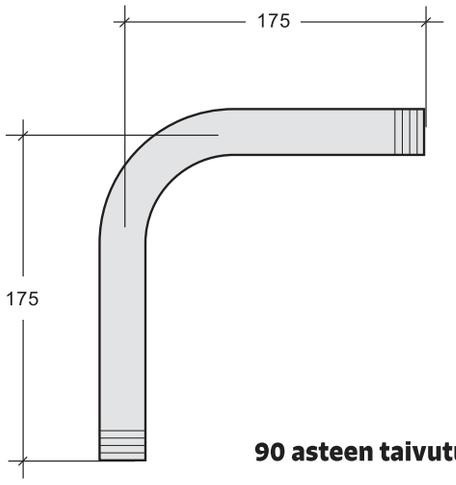
Putkien kierteitys, suunnan muutokset ja taivutukset

Vain teräsputkiin voidaan tehdä kierteet, koska teräsputkissa on kierteityskelpoisia materiaaleja. Kaikkia teräsputkimateriaaleja ei kuitenkaan voi kierteittää. Putkikokojen DN 8–DN 50:n teräsputkiin voi tehdä kierteen käsipakalla. Normaalisti käsipakalla ja kierteytyskoneilla tehdään kierteitä putkikokojen DN 10–DN 32:n putkiin. Pöytämallisilla sähkökierteityskoneilla tehdään kierteitä putkikokojen DN 15–DN 50:n putkiin. Erikoistyökaluilla saadaan kierre DN 65:n ja isompiin putkiin. Nämä kokoluokat ovat kuitenkin harvinaisia kierreliitoksissa. Jos kierreliitosta tarvitaan näin isoon putkeen, siihen hitsataan niin sanottu putkinippa.

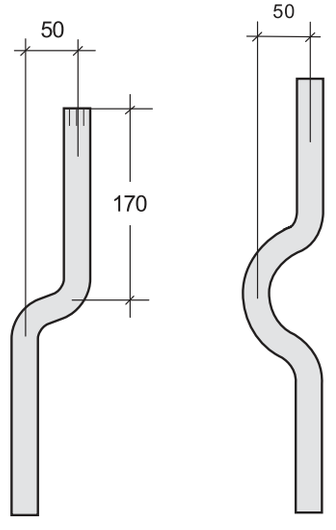
Kierteitä voi tehdä vain teräsputkiin.

Kierteitettyjä putkia

Putkiin joudutaan usein tekemään suunnan muutoksia. Ne voidaan tehdä käyttämällä valmiita osia tai taivuttamalla putkea. Tapauskohtaisesti mietitään, kumpi tapa on käyttökelpoisempi. Taivuttaminen on kustannustehokkaampi kuin osilla tehty, mutta tilanpuute voi vaatia osien käyttöä. Osilla saa pienemmän suunnanmuutoksen kuin taivuttamalla.



90 asteen taivutus



S-taivutus **Ohitustaivutus**

Putkistot

Lämpöjohtoverkostot voidaan tehdä useista eri materiaaleista. Pääasiallinen materiaali on ollut musta kierteitettävä ja hitsattava teräsputki. Ruostumatonta ja haponkestävää terästä ei saa käyttää lämpöjohdoissa kuin erikoistapauksissa.

Kupariputkesta on tehty pienehköjä verkostoja ja lisäyksiä nykyisiin verkostoihin. Uudempia putkistomateriaaleja ovat sähkösinkitty teräsputki puristusosineen ja liitoksineen ja komposiittiputki puristus- ja puserrusosineen. Happidiffuusiosuojattua PEX-putkea käytetään omakoti- ja rivitalojen lämpöjohtoasennuksissa. Liitokset tehdään puserrusosilla.

TERÄSPUTKI. Putkikokojen DN 10–DN 50 putket ovat kierteityskelpoisia, ja niiden materiaalina on S195T EN 10255M pohjamaalattuna. Putket voidaan liittää joko kierreliitoksin tai hitsaamalla. Putkikokojen DN10, DN15 ja DN 20 putkia voidaan taivuttaa käsikonein asennuksen yhteydessä.

Teräsputket DN 15–DN 500 ovat hitsattavia, ja niiden materiaalina on P235 EN 10217-1. Tämä materiaali ei ole kierteityskelpoinen. Sitä käytetään vain hitsausliitoksin, eikä sitä saa taivuttaa asennuksen yhteydessä.

KUPARIPUTKI. Putkikokojen Du 10–Du 108 kupariputkien materiaali on kauppanimikkeeltään Cupori 110, EN 1057. Sen liitokset tehdään juottamalla, puristusliittimillä tai puserrusliittimillä messinkiosiin. Putkikokojen Du 10, Du 12, Du 15 ja Du 18 kupariputkia voidaan taivuttaa käsikonein asennuksen yhteydessä.

SÄHKÖSINKITTY TERÄSPUTKI. Sinkittyjen ohutseinämäisten teräsputkien koot ovat Du 12–Du 54 kupariputkien mukaan. Du 66,7 on välikoko tässä materiaalissa. Kokoja ovat lisäksi Du 76,1, Du 88,9, ja Du 108. Liitokset tehdään vain puristamalla. Taivuttamalla voi tehdä suunnanmuutoksia pienimpiin kokoihin.

KOMPOSIITTIPUTKI vaatii huolellista valmistautumista, koska eri valmistajien putkikoot ja osat vaihtelevat.

Komposiittiputkien koot ovat Du 12–75 mm. Komposiittiputkien mitat eivät ole samoja eri valmistajilla, joten eri valmistajien putkia ja osia ei saa käyttää ristiin. Liitokset tehdään joko puristusosin tai puserrusliittimin valmistajan ohjeiden mukaan.

PEX-MUOVIPUTKI. Lämpöjohtoina pitää käyttää happidiffuusiosuojattua PEX-muoviputkea. PEX-muoviputken koot ovat Du 12–40 mm. Putken ulkohalkaisija vaihtelee valmistajittain. Pienimmät kokoluokat Du 12–18 mm menevät kupariputken mukaan. Suuremmat ovat valmistajakohtaisia. Liitokset tehdään vain puserrusliittimin.

Pumput

Pumppujen asennuksessa tulee huomioida asennusasento ja häiriöetäisyys pumpun imu- ja painepuolelle valmistajan ohjeiden mukaan. Pumpun molemmille puolille tulee asentaa venttiilit pumpun huollon helpottamiseksi. Jos asiakirjoissa ei ole muuta mainittu, pumpun venttiilit ovat pumpun nimelliskokoa.

> Pumpun pesän ja juoksupyörän materiaali valitaan pumpattavan nesteen mukaan.

Lämpöjohtoverkoston pumpussa käytetään valurautapesää ja juoksupyörän materiaalina on muoviseos. Pumpun malli ja tyyppi on määritelty suunnitteluasiakirjoissa, ja niitä pitää noudattaa. Vaihto toiseen pitää aina sopia etukäteen.

Pumppu

Venttiilit

Venttiilit ovat osa lämmitysverkostoa, ja ne auttavat verkoston huollossa ja säädössä. Venttiilit asennetaan niin, että ne voidaan helposti vaihtaa. Kierreliitoksissa venttiilin yhteyteen asennetaan kartioliitin. Hitsattavia venttiileitä käytetään vain erikoistapauksissa. Laipalliset venttiilit voidaan irrottaa laipoistaan. Muita toimenpiteitä ei tarvita.

SULKUVENTTIILIT. Pallosulkuventtiili soveltuu kiinteistön lämmitysverkoston sulkuventtiiliksi. Sen asento on joko täysin auki tai kiinni: väliasentoa ei ole. Asennusasento on vapaa. Liitostapoja ovat kierreliitos, hitsattava liitos ja laippaliitos. Kierreliitoksia käytetään putkikokoon DN 50 asti. Laippaliitoksia taas käytetään putkikokoihin DN 50–DN 150 ja hitsausliitoksia putkikokoihin DN 15–DN 200.

LINJASÄÄTÖVENTTIILILLÄ säädetään lämmitysverkoston vesivirta suunnitelmien mukaiseksi. Linjasäätöventtiilissä on kaksi erillistä toimintoa: sulku ja kertasäätö. Valmistajien mallien mukaisesti ne ovat joko samassa tai eri kahvassa. Kierreliitoksia käytetään putkikokoon DN 50 asti. Laippaliitoksia taas käytetään putkikokoihin DN 50–DN 150 ja hitsausliitoksia putkikokoihin DN 15–DN 200.

Linjasäätöventtiili (kuva: Oras)

YKSISUUNTAVENTTIILILLÄ estetään veden virtaaminen väärään suuntaan. Asennusasento on siten, että jousi on yläpuolella. Liitostapoja ovat kierreliitos, hitsattava liitos ja laippaliitos. Kierreliitoksia käytetään putkikokoon DN 50 asti. Laippaliitoksia taas käytetään putkikokoihin DN 50–DN 150 ja hitsausliitoksia putkikokoihin DN 15–DN 200.

Yksisuuntaventtiili (kuva: Veijo Lairi)

KERTASÄÄTÖVENTTIILEITÄ käytetään ilmanvaihtokoneen lämmityspatterin kytkennässä. Kertasäätöventtiilin asennuksessa on samat vaatimukset kuin linjasäätöventtiilinkin. Säätöventtiileissä ei ole sulkutoimintaa. Säätöventtiilistä mitataan ja säädetään kiertopiirin vesivirta suunnitelmien mukaiseksi. Joillakin laitevalmistajilla yksisuuntaventtiili on yhdistettynä samaan runkoon (kuristusventtiili). Kierreliitoksia käytetään putkikokoon DN 50 asti. Laippaliitoksia taas käytetään putkikokoihin DN 50–DN 150 ja hitsausliitoksia putkikokoihin DN 15–DN 200.

MAGNEETTIVENTTIILIT. Lämmitysverkostossa käytetään 0-paine-erolla toimivia magneettiventtiileitä. Magneettiventtiilillä avataan ja suljetaan veden virtaus putkistossa. Magneettiventtiili toimii sähköllä, ja sitä ohjataan termostaatilla tms. laitteella. Lämmitysverkostossa magneettiventtiilin yleisin käyttötarkoitus on kiertoilmakojeessa termostaatin ohjaamana lämpötilan mukaan. Magneettiventtiili liitetään verkostoon kierreliitoksin.

TÄYTTÖVENTTIILEJÄ käytetään lämmitysverkoston täyttöön ja vesimäärän lisäämiseen käytön aikana. Täyttöventtiilit ovat venttiileitä, jotka koostuvat kahdesta sulkuventtiilistä, yksisuuntaventtiilistä ja koestusruuvista. Liitostapa on kierreliitos. Täyttöventtiilien koot ovat DN 15–DN 25. Isommat täyttöventtiilit kootaan erillisistä komponenteista.

Täyttöventtiili (kuva: Oras)

TYHJENNYSVENTTIILIT. Verkostoja joudutaan tyhjentämään huoltojen ja korjausten yhteydessä. Verkostoon on asennettava tarvittaviin kohtiin tyhjennysventtiilit. Yleisin malli on palloventtiili. Kun sitä käytetään tyhjennysventtiilinä, sen vapaaseen päähän on asennettava tulppa, joka estää vahingossa tapahtuvan tyhjennyksen.

PATTERIVENTTIILIT JA SULKUTULPAT. Patteriventtiilillä säädetään ja suljetaan vesivirta patterille. Patteriventtiili on yhdistäjällä, esisäädöllä ja sulkuosalla varustetulla rungolla ja erillisellä tuntoelimellä varustettu kokonaisuus. Kokoja ovat DN 10, DN 15, DN 20 ja harvemmin käytetty DN 25. Patteriventtiilin ainut liitostapa on kierreliitos. Yleisimpiä venttiilimalleja ovat suora, pystykulma ja ulkokulma. Eri valmistajilla on myös muita malleja.

Sulkutulpalla suljetaan vesivirta patterille huollon tai korjauksen yhteydessä. Sulkutulpassa on vain sulkuosa. Joillakin valmistajilla sulkutulppaan on lisätty myös kertasäätöosa. Kokoja ovat DN 10–DN 25. Sulkutulppa on yleensä kierreliitoksinen. Joillain valmistajilla on myös malleja, joissa on puristusliitoksella varustettu sulkutulppa.

Patteriventtiili (kuva: Oras)

Lianerottimet

Lianerottimet eli mutapussit erottavat verkostoon kertyvän kiinteän epäpuhtauden ja estävät siten laitteiden toimintahäiriöt. Uudet verkostot tulee huuhdella hyvin ennen käyttöönottoa, jotta asennuksenaikaiset epäpuhtaudet, kuten hitsauskuonat, eivät jää verkostoon. Vanhojen verkostojen korjauksissa ja huolloissa irtoaa epäpuhtauksia, jotka aiheuttavat toimintahäiriöitä esimerkiksi patteriventtiileissä. DN 10–DN 50 ovat kierreliitoksisia. Lianerottimia on myös laippa- ja hitsausliitoksisia.

Lianerottimet estävät laitteiden toiminta-häiriöitä.

Lianerotin (kuva: Onninen)

Putkistovarusteet

Putkistovarusteiden on sovelluttava materiaalinsa ja käyttötarkoituksensa mukaisesti asennettavaan verkostoon. Varusteiden asennuksessa on huomioitava niiden huolto ja käytettävyys.

LÄMPÖMITTARIT liitetään kierreliitoksilla verkostoon. Kierre on R ½″-ulkokierre. Lämpömittari tulee aina siihen kuuluvaan taskuun. Lämpömittari asennetaan niin, että sitä on helppo lukea ja sen tasku on virtaavassa nesteessä muttei aiheuta kohtuutonta virtausvastusta. Joissain tapauksissa on sallittua asentaa lämpömittari jousella putken päälle.

Lämpömittarin asteikon tulee vastata virtaavan nesteen lämpötiloja. Lämmön talteenotossa asteikko on –20 °C–+40 °C ja normaalissa lämpöjohtoverkostossa 0–120 °C. Malleja on lasi- ja bimetallilämpömittareita. Hankinnassa ja asennuksessa on huomioitava verkoston vaatimukset joko työselityksestä tai yleisistä ohjeista. Yleensä käytetään tarkastettuja lämpömittareita.

Lämpömittari

PAINEMITTARIT liitetään kierreliitoksilla verkostoon. Painemittarin ja verkoston väliin asennetaan aina sulkuventtiili helpottamaan huoltoa. Painemittari asennetaan niin, että sitä on helppo lukea. Painemittarin asteikon tulee vastata verkoston painealuetta. Painemittarin paineen yksikkö on bar, kPa tai MPa. Lämpöjohtoverkoston yleinen asteikko on 0–6 bar. Lämmön talteenottoverkostossa paineeksi riittää 0–4 bar. Kaukolämmön ensiöpuolen painemittarin asteikko on 0–25 bar. Painemittarin kierre on halkaisijaltaan 60 mm:n tauluissa R ¼" ja halkaisijaltaan 100 mm:n tauluissa R ½".

Painemittarien hankinnassa ja asennuksessa on huomioitava verkoston vaatimukset joko työselityksestä tai yleisistä ohjeista.

Painemittari

ILMANPOISTIMET asennetaan verkostoon kierreliitoksilla. Ilmanpoistimia käytetään poistamaan ilmaa verkostoista. Ne asennetaan verkoston ylimpiin kohtiin tai sellaisiin kohtiin, joihin ilma kertyy, kuten pusseihin, joita tulee esimerkiksi palkkien alituksissa. Ilma erottuu nesteestä parhaiten, kun nesteen virtaussuunta muuttuu tai virtausnopeus hidastuu. Vaakasuoraan tasapaksuun putkeen ei kannata asentaa ilmanpoistinta.

Automaattisen ilmanpoistimen paineluokan tulee olla verkoston paineen mukainen.

Ilmanpoistin (kuva: Veijo Lairi)

JOUSTAVIA LIITTIMIÄ käytetään värähtelyn ja äänen pääsyn estämiseksi verkostoon. Useimmiten niitä käytetään pumpun ja verkoston välisessä kytkennässä. Joustavia liittimiä käytettäessä on kiinnitettävä erityistä huomiota kannakointiin. Joustava liitin ei ota vastaan mekaanista rasitusta. Joustavat liittimet ovat kierre- ja laippaliitoksisia.

PAISUNTA- JA VAROLAITTEET auttavat pitämään verkoston toimintakunnossa. Paisuntalaitteet tasaavat lämpötilaeroista johtuvia paine-eroja, jotta verkosto toimii siten kuin on suunniteltu. Varolaitteet taas estävät verkoston vaurioitumisen teknisen häiriön sattuessa.

PAISUNTA-ASTIAT. Useimmiten paisunta-astiana käytetään kalvopaisunta-astiaa. Astia liitetään verkostoon kierreliitoksella. Kalvopaisunta-astian toiminta perustuu ilman ja veden toisistaan erottavaan kumikalvoon. Vesi on neste ja lähes kokoon puristumatonta. Lämpötilan noustessa neste laajenee, jolloin paine nousee välittömästi. Kalvopaisunta-astiassa oleva ilma taas on kaasu, ja kaasut puristuvat kasaan. Tämän ominaisuuden vaikutuksesta veden lämpötilan noustessa paine ei nouse yhtä nopeasti.

Paisunta-astia

Kalvopaisunta-astian ja varoventtiilin väliin tulee asentaa sulku- ja tyhjennysventtiili niin, että kalvopaisunta-astian esipaine voidaan tarkastaa ohjeiden mukaisesti kerran vuodessa.

VAROVENTTIILI asennetaan verkostoon kierre- tai laippaliitoksella. Varoventtiilin ja verkoston lämmönlähteen, esimerkiksi lämmityssiirtimen, väliin ei saa asentaa minkäänlaista sulkuventtiiliä. Varoventtiilin tehtävä on poistaa verkostossa oleva korkea paine ja estää laitteiden rikkoutuminen.

Varoventtiili (kuva: Oras)

KUIVIINKIEHUMISEN ESTIN asennetaan, kun öljy- tai kaasulämmityskattilan teho on yli 120 kW. Estin liitetään verkostoon kierreliitoksin ja asennetaan lämmityskattilan kanssa samaan huoneeseen verkoston korkeimpaan kohtaan. Kuiviinkiehumisen estin pysäyttää öljy- tai kaasupolttimen, kun verkoston vedenpinta on laskenut estimen alapuolella.

Kuiviinkiehumisen estimen SET-61 johtokykytoiminen anturi SET/J1 (kuva: Labkotec)

Maahan asennettavat lämmitysputkistot

Valmiiksi eristetyt putkistot eli putkielementit asennetaan maahan. Rakennusten, joilla on yhteinen lämpökeskus, välille asennetaan putkielementit. Putkitunneleissa olevia putkia ei lasketa maahan asennettaviksi putkistoiksi.

ERISTYSELEMENTIT. Maahan asennetaan valmiiksi eristettyjä putkistoja. Käytössä olevat eristyselementit ovat kiinnivaahdotettuja elementtejä. Sisällä on teräs-, kupari- tai PEX-muoviputki, joka eristetään uretaanilla PE-muoviseen pintakuoreen. Elementit ovat joko yksi- tai kaksiputkielementtejä. Toinen malli on PE-kuorinen solumuovieristetty PEX-virtausputkilla varustettu elementti. Nämä elementit ovat yksi-, kaksi- tai neliputkielementtejä.

Alue- ja kaukolämpölaitoksissa käytetään teräs- ja kupariputkielementtejä. Talojen välisissä elementeissä taas käytetään yleensä PEX-putkielementtejä.

Eristyselementit asennetaan valmistajan ohjeiden mukaisesti. Putkiliitokset tehdään virtausputken materiaalin mukaan hitsaamalla ja juottamalla ja PEX-putket liitetään puserrusliittimillä. Terä- ja kupariputkielementtien liitokset voidaan jättää maan alle piiloon. PEX-putken liitokset taas pitää jättää näkyviin tai liitoskaivoon, jossa ne voidaan tarkastaa.

Eristetty putkisto (kuva: Uponor)

Ilmanvaihtolaitteiden lämmitys-, jäähdytysvesi- ja lämmöntalteenottoputkistot

Putkistot voidaan tehdä samoista materiaaleista kuin lämmitysverkosto. Lämmitysputkisto ei poikkea mitenkään lämmitysverkoston putkistosta. Vesi-glykoliseoksesta ilmanpoisto on vaikeampaa kuin puhtaasta vedestä. Näissä putkistoissa ilmanpoistoon on kiinnitettävä erityistä huomiota.

Jäähdytysvesi- ja lämmöntalteenottoputkistoissa virtaa yleensä kylmäliuos, vesi-glykoliseos. Seoksen viskositeetti on pienempi kuin veden. Kun käytetään vesi-glykoliseosta, liitostapoina ovat hitsaus- ja laippaliitokset. Laippatiivisteiden pitää kestää vesi-glykoliseos. Kierreliitoksia tulee välttää. Kierreliitosten tiivisteenä käytetään liimaa tai teflontiivisteteippiä.

IV-konehuone

Putkistovarusteissa pitää huomioida virtaavan nesteen lämpötilat.

Lämmönluovutus

Lämmönluovuttimet siirtävät lämmönsiirtonesteessä, yleensä vedessä, olevan lämmön huonetilaan. Luovuttimessa oleva vesi jäähtyy, ja huonetilassa oleva ilma lämpenee. Lämmityksessä lämmittävän nesteen lämpötilan täytyy olla korkeampi kuin huonetilan. Jäähdytyksessä veden lämpötila taas on alhaisempi kuin huonetilan, jolloin huone jäähtyy. Jäähdytystä käytetään Suomessakin jo paljon. Jäähdytystä voidaan tehdä samalla verkostolla kuin lämmitystä.

Patterilämmitys

Patterilämmityksessä vesi johdetaan huonetilassa olevaan patteriin. Patterin pinnasta lämpö siirtyy huonetilaan sekä säteilemällä että konvektiolla (= kulkeutumalla). Lämmönsiirtymisen suhde on säteily/konvektio 30/70 %.

PATTERIEN ASENNUS. Asennuksessa noudatetaan valmistajan ohjeita. Radiaattorit kannakoidaan tavallisesti seinään mutta erikoistapauksessa ne voidaan kannakoida myös lattiaan. Konvektorit taas kannakoidaan seinään tai lattiaan. Putkiasentajan on muistettava varata kevyisiin seiniin tukirakenteet seinän sisään patterien kannakointia varten. Alle 1800 mm pitkät patterit kannakoidaan kahdella kannakkeella ja 1800 mm pitkät ja sitä pidemmät patterit kolmella kannakkeella. Kannakkeiden etäisyys patterin päästä on 100–150 mm. Kannakkeet tulevat keskeisesti patteriin nähden.

Putki- ja erikoispatterit asennetaan erikoispiirustuksen tai ohjeen mukaisesti.

PATTEREIDEN VARUSTEET. Patterit varustetaan patteriventtiilillä, termostattiosalla, sulkutulpalla, ilmaruuvilla, tulpalla ja patterityypin mukaisilla kannakkeilla.

RADIAATTORIT. Radiaattori asennetaan ikkuna-aukon kohdalle seinään. Joissain erikoistapauksissa radiaattori on jossain muussa osassa seinää. Radiaattori asennetaan sivusuunnassa keskelle ikkuna-aukkoa niin, että radiaattorin keskikohta on ikkuna-aukon keskikohdalla. Korkeussuunnassa radiaattorin asennuskorkeus on 150 mm lattiasta.

Radiaattori (kuva: Rettig Lämpö Oy)

KONVEKTORIT. Konvektori asennetaan ikkuna-aukon kohdalle seinään. Joissain erikoistapauksissa konvektori on jossain muussa osassa huonetta. Konvektorimallit 21 ja 22 kannakoidaan seinään ja mallit 33 ja 34 lattiaan. Konvektori asennetaan sivusuunnassa keskelle ikkuna-aukkoa niin, että konvektorin keskikohta on ikkuna-aukon keskikohdalla. Korkeussuunnassa konvektorin asennuskorkeus on 150 mm lattiasta.

Konvektori (kuva: Rettig Lämpö Oy)

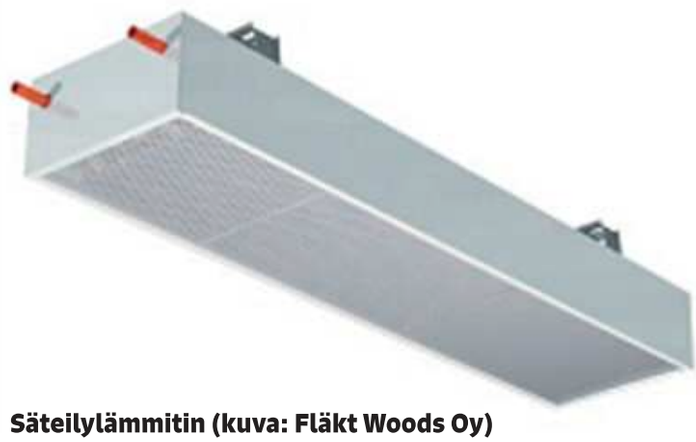
PUTKI- JA ERIKOISPATTEREITA käytetään sisustuselementteinä. Malleja on useilta valmistajilta. Niitä käytetään arkkitehtuurisissa kohteissa tilaajan erikoistoiveista. Asennus tehdään valmistajan ja erikoispiirustusten ohjeiden mukaisesti.

Erikoispatteri (kuva: Rettig Lämpö Oy)

Säteilijät

Säteilylämmittimessä lämpö siirtyy säteilemällä kohteeseen. Lämmön siirtymisen suhde on säteily/konvektio 80/20 %. Säteilylämmitys ja -jäähdytys ovat yleistyneet pienissäkin kohteissa. Säteilylämmittimeen voidaan samaan elementtiin yhdistää sekä lämmitys että jäähdytys.

Säteilylämmitin asennetaan kattoon joko yksinään vapaasti tai alakattomoduulien mukaisesti.



Säteilylämmitin (kuva: Fläkt Woods Oy)

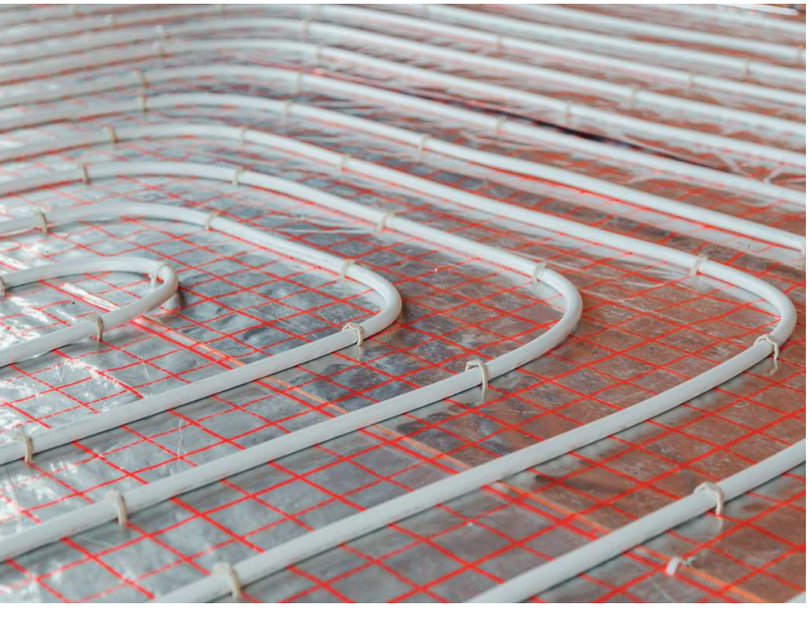
Lattialämmitys

Lattialämmityksessä lämmönluovuttajana on lattia. Lattiaan upotetaan putkisto, joka siirtää lämpöä vedestä lattiamateriaaliin, esimerkiksi betoniin. Betoni taas siirtää lämmön huonetilaan. Lattialämmityksessä lattiamateriaali tai lattian rakennustapa voi olla mikä tahansa. Kaikkiin vaihtoehtoihin on valmistajan ohjeita ja tarvikkeita, joilla asennus onnistuu.

> Lattiaan tulevaan putkistoon
> ei saa tehdä liitoksia.

Piiri tulee tehdä yhtenevästä putkesta. Lattialämmitysputket asennetaan suunnitelman mukaan. Lämmönsiirtoon vaikuttavat lattian materiaali, putken ulkohalkaisija, lämmitysveden lämpötila ja putkien asennusväli. Kaikki nämä tiedot ilmenevät piirustuksesta. Asennusväli on 75–300 mm. Väli ei saa olla yli 300 mm, jottei lattian lämpötilaero kasva liian suureksi. Lämpötilaero tuntuu jalkapohjissa.

Asennus aloitetaan kasaamalla jakotukit ja asentamalla ne piirustuksen osoittamaan paikkaan. Piirin asennus aloitetaan kiinnittämällä menoputki jakotukkiin ja lopuksi paluuputki jakotukkiin. Asiakirjoihin tulee loppudokumentointia varten merkitä käytetty putkipituus.



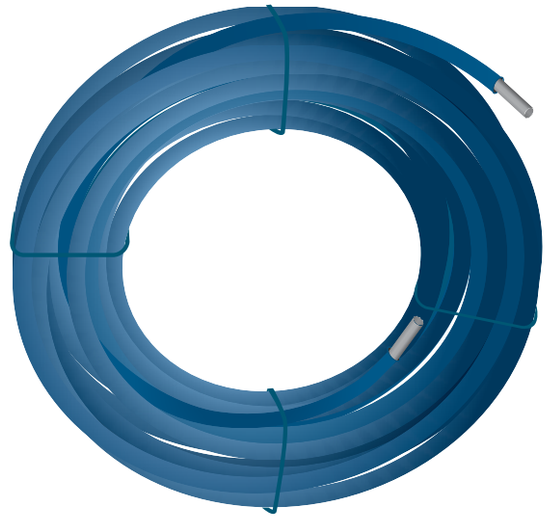
Lattialämmitysputkistoa

Muoviputket:

Yleisimmin lattialämmityksessä käytetty materiaali on PEX-muoviputki. Lattialämmitykseen tarkoitetun PEX-putken paineluokka on alhaisempi, 7 bar, kuin vesijohtoputken, ja se on halkaisijaltaan eri kokoa. Happidiffuusiosuojattua vesijohtoputkea saa käyttää lattialämmitysputkena.

Toinen vaihtoehto on komposiitti- eli monikerrosputki. Monikerrosputkea ei ole erikseen lattialämmitys- ja vesijohtokäyttöön. Kaikki monikerrosputket soveltuvat lattialämmitykseen.

Muoviputken asennuksessa on huomioitava valmistajan ohjeet lämpötilasta ja taivutussäteestä. Muoviputki kiinnitetään alustaan valmistajan ohjeen mukaan. Useimmiten alusta on betoniraudoituksessa käytetty verkko, jonka silmäväli on 150 mm ja lankapaksuus 4–6 mm. Muoviputki kiinnitetään verkkoon putkipojilla ja nippusiteillä. Jotkut käyttävät myös ohutta hehkutettua teräslankaa.



PEX-putkea

Kupariputket:

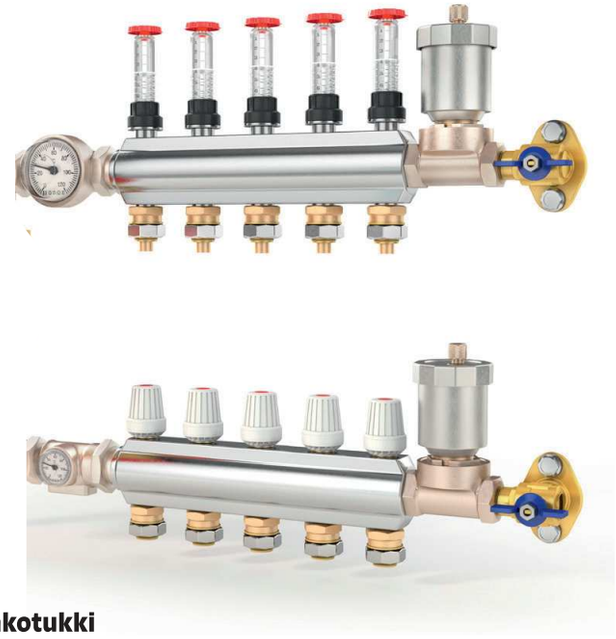
Muovipinnoitettua kupariputkea, FINCU, voidaan käyttää lattialämmityksessä. Putki on varustettu muovipinnoitteella, joka suojaa sitä korroosiolta.

Teräsputket:

Teräsputkea ei suositella käytettäväksi lattialämmitysputken materiaalina.

Varusteet:

Lattialämmityksen varusteisiin kuuluvat meno- ja paluupuolen jakotukit ja niiden kannakkeet. Jakotukkien varusteet poikkeavat hieman laitevalmistajittain. Kaikilla valmistajilla on jakotukeissa meno- ja paluupuolen sulkuventtiilit, meno- ja paluupuolen ilmaruuvit ja tyhjennysventtiilit letkuliittimineen. Menopuolen jakotukissa on sulku- ja virtauksensäätöventtiilit. Paluupuolen jakotukissa on sulkuventtiili, jossa on vakiovarusteena käsipyörä. Paluupuolen käsipyörän tilalle voidaan asentaa sähköinen toimilaite, jota ohjaa huonetermostaatti. Huonetermostaatti voi olla johdotettu tai langaton järjestelmä. Langattomia järjestelmiä käytetään saneerauskohteissa.



Jakotukki

Ilmalämmitys

Ilmalämmityksessä huonetilaa lämmitetään ilmalla. Pientaloissa käytetään lattian alle sijoitettavaa kanavistoa, jolla johdetaan ilma huonetilaan. Ilmamäärä ja tuloilman lämpötila mitoitetaan niin, että saadaan haluttu sisäilman lämpötila. Pientaloissa poistoilma johdetaan takaisin koneelle yhden säleikön kautta keskitetysti. Kosteista ja likaisista tiloista menee oma poistoilmakanava koneen kautta ulos. Isoissa kohteissa, kuten tavarataloissa ja kauppakeskuksissa, ilmaa johdetaan kanavistolla huonetiloihin ja poistoilma johdetaan kanavistolla koneisiin.

ILMALÄMMITYSKONEET. Koneessa on suodattimet ulko- ja poistoilmapuolella, lämmöntalteenotto, lämmityspatteri ja tulo- sekä poistoilmapuhaltimet. Lisäksi siinä voi olla muitakin laitteita. Ulkoilma esilämmitetään lämmöntalteenotolla ja jälkilämmitetään sisään puhalluslämpötilaan lämmityspatterilla.

Ilmalämmityskone (kuva: Enervent Oy)

KIERRÄTYSILMAKONEITA käytetään tuulikaapeissa ja hallitilojen lämmityksessä. Kiertoilmakoneissa on puhallin ja lämmityspatteri. Huonetilassa oleva ilma viedään puhaltimen avulla lämmityspatterin läpi, jolloin se lämpenee ja lämmittää huonetilan.

Kierrätysilmakone (kuva: Fläkt Woods Oy)

PUHALLINKONVEKTORNILÄMMITYS. Puhallinkonvektori toimii kuten kierrätysilmakone, mutta siinä on tehokkaampi puhallin. Puhallinkonvektori sijoitetaan koteloon ja siihen tuleva ja siitä lähtevä ilma kanavoidaan haluttuun paikkaan. Kanavistoon voidaan asentaa äänenvaimennus, jolloin sitä voidaan käyttää vaativien tilojen lämmitykseen ilmalla.

Puhallinkonvektorilla lämmitetään yleensä yhtä huonetilaa.

Puhallinkonvektori (kuva: Fläkt Woods Oy)

TEHTÄVIÄ

1. Kuka saa asentaa kaukolämmön alajakokeskuksen ensiöpiirin putkiston?

2. Mikä taho määrittelee kaukolämpölaitteiden toiminnan, käytettävät materiaalit ja asennuksessa käytettävät varusteet?

3. Mikä on kaukolämmön alajakokeskuksen ensiöpuolen koepaine asennustarkastuksessa?

4. Millä eri polttoaineilla voidaan lämmittää kattilalaitosta?

5. Miten ylipaine- ja alipainekattilat eroavat toisistaan?

6. Miten alapalo- ja yläpalopuukattilat eroavat toisistaan.

7. Minkälaisia lämpöpumppuvaihtoehtoja voidaan käyttää vesikiertoisen lämmityksen lämmönlähteinä?

8. Mikä on nykyisin päävaatimuksena kaikissa vesikiertoisissa putkistoasennuksissa?

9. Mistä eri materiaaleista lämmitysputkisto voidaan rakentaa?

10. Millaisilla lämmönluovuttimilla lämpöä voidaan jakaa huonetilaan?

11. Tee liitoksia puserrusliittimillä kupari- ja PEX-muoviputkeen.

12. Tee seuraavat katkaisuharjoitukset:

- mustan putken katkaisu leikkurilla ja purseen poisto jyrsimellä
- kupariputken katkaisu leikkurilla ja purseen poisto
- komposiittiputken katkaisu komposiittiputkisaksilla ja pään oikaisu ja jyrsintä kalibrointityökalulla
- PEX-putken katkaisu muoviputkisaksilla.

13. Etsi jonkin pumppuvalmistajan ohje asennuksesta ja häiriöetäisyyksistä.

14. Asenna konvektori seinälle opettajan antaman piirustuksen mukaisesti.

3.
ILMANVAIHTO

Ilmanvaihdon tarkoitus

Ilmanvaihto on rakennuksen sisäilman poistamista ja korvaamista raikkaalla ulkoilmalla hallitusti ja suunnitellusti. Ilmanvaihto poistaa rakennuksen sisältä ilman epäpuhtaudet ja kosteutta. Ilmanvaihto voi olla joko luonnollinen eli painovoimainen tai koneellinen.

Jos ilmanvaihto on hoidettu huonosti, kosteus tiivistyy.

> Ilmanvaihto voi olla luonnollista eli painovoimaista tai koneellista.

Painovoimaisessa ilmanvaihtojärjestelmässä ei käytetä lainkaan ilmanvaihtokonetta vaan ilma liikkuu hormin korkeudesta tulevan voiman, tuulen tai lämpötilaeron aikaansaaman paine-eron avulla. Painovoimaisessa järjestelmässä lämmön helppo talteenotto poistettavasta ilmasta ei ole aina mahdollista.

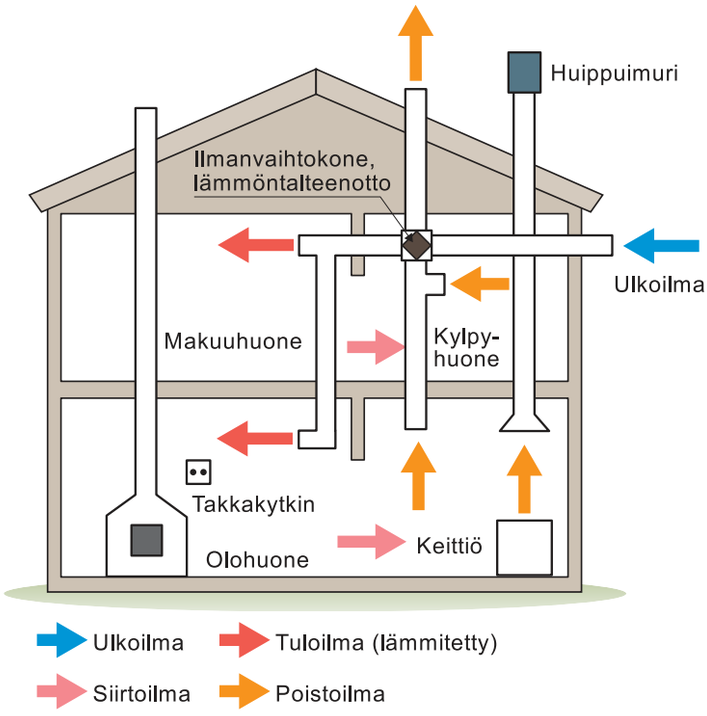
Painovoimaisen ilmanvaihdon toimintaa voidaan kesäisin auttaa ikkunatuuletuksella.

Korvausilmaritilä rakennuksen seinässä

Ilmastointikone on ilmanvaihtokone, jossa on mukana ilman jäähdytysmahdollisuus. Ilmaa voidaan lämmittää ja jäähdyttää myös pääte-elimissä, niin sanotuissa lämmitys-jäähdytyspalkeissa. Puhallinkonvektoreitakin käytetään ilman lämmityksen ja jäähdytykseen, mutta ne eivät ole ilmanvaihtolaitteita tai sen osia.

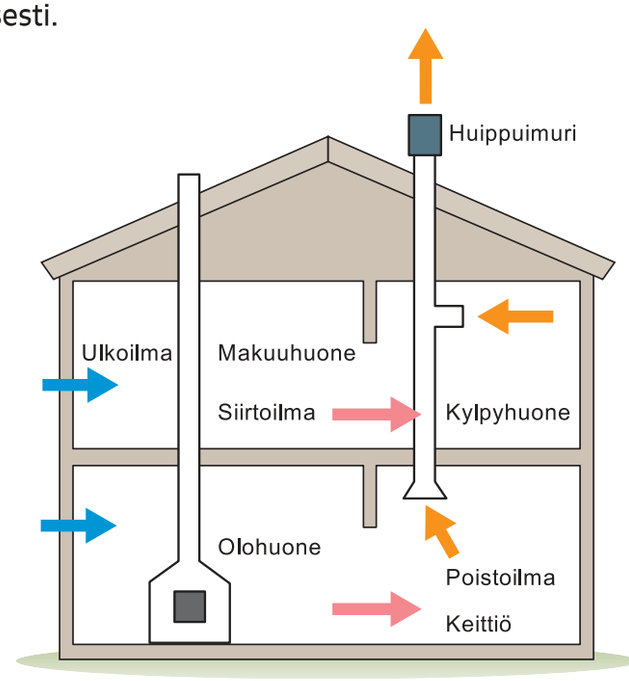
Puhallinkonvektori

TULO- POISTOILMANVAIHTOA käytetään silloin, kun halutaan hallita ilmavirtoja tarkasti. Usein koneeseen on yhdistetty myös lämmön talteenotto (LTO). Lämpö otetaan talteen poistoilmasta ja sillä lämmitetään tuloilma.



Koneellisen ilmanvaihdon periaate

KONEELLISESSA POISTOILMANVAIHDOSSA poistoilmakanavan yläpäässä on poistopuhallin, jonka tarkoitus on huolehtia tarpeenmukaisesta ilman poistumisesta rakennuksen sisältä. Puhaltimia voidaan ohjata kellokytkimillä, erilaisilla antureilla (esim. kosteus- ja hiilidioksidianturit) ja manuaalisesti.



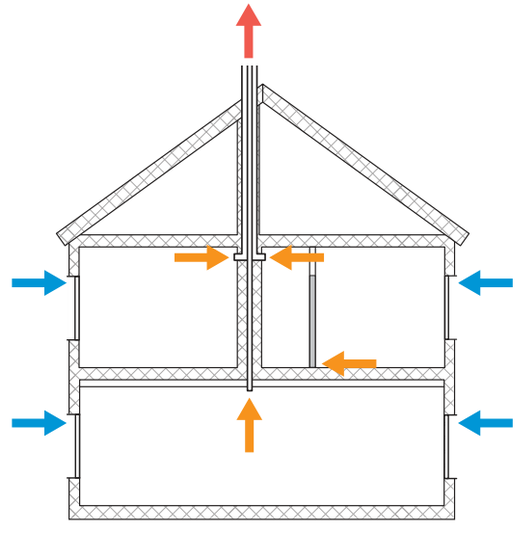
Koneellisen ilmanpoiston toimintaperiaate

ILMASTOINTIA on koneellinen tulo-poistoilmanvaihto, jossa on mukana jäähdytys ja joskus myös ilman kostutus. Tälläisella järjestelmällä pystytään säätämään sisäilman olosuhteita parhaiten. Esimerkiksi museoissa, joissa on tarkat ilmaa koskevat vaatimukset, käytetään ilmastointia.

Ilmanvaihtokoneessa oleva suodatin voi olla omassa moduulissaan.

Koneellisiin ilmanvaihtojärjestelmiin voidaan lisätä suodattimia ja äänenvaimentimia helposti. Suodattimien ja muiden lisälaitteiden aiheuttama ilmavirran hidastus ja vastustus voidaan kompensoida puhallintehoa suurentamalla.

PAINOVOIMAINEN ILMANVAIHTO on yleinen vanhoissa taloissa. Painovoimaisen ilmanvaihdon kanavat ovat suoria ja isompia kuin konellisen ilmanvaihdon. Painovoimaisen eli luonnollisen ilmanvaihdon toiminta perustuu ilman lämpötilaeroihin sekä tuulen ja hormin pituuden aikaan saamiin apuvoimiin eli niiden aiheuttamaan paine-eroon.



Painovoimaisen ilmanvaihdon periaate. Huomaa, että kaikilla poistoilla on oma kanavansa ulos.

Painovoimaista ilmanvaihtoa käytetään Suomessakin nykyisissä uudisrakennuksissa. Rakentamismääräykset ovat jonkin verran rajoittaneet sen käyttöä, lähinnä lämmön talteenoton vaikeuden vuoksi. Uusissa määräyksissä on kuitenkin annettu painovoimaiselle ilmanvaihdolle etuja koneellisen laskentaan nähden.

> Painovoimaista ilmanvaihtoa on myös uudisrakennuksissa.

Painovoimaisen ilmanvaihdon asentajan on oltava osaava ja ymmärrettävä tämän ilmanvaihtotavan ominaispiirteet. Kanavien on oltava ylöspäin mahdollisimman suoria, eikä vaakakanavia saisi olla juuri lainkaan. Painovoimaisessa ilmanvaihdossa on poistoissa käytettävä siihen sopivia venttiilejä.

Tuloilmaventtiilien pitäisi olla painovoimaisessa ilmanvaihdossa sijoitettu suunnitellusti ja harkitusti siten, ettei niistä aiheudu turhaa vedon tunnetta. Venttiilien pitäisi olla mahdollisimman suuria käyttötarkoitukseensa sopivia. Pieni venttiili ahdistaa ja estää ilmavirtaa, jolloin painovoimainen poisto ei jaksa vetää ilmaa pois. Usein ikkunoihin laitetaan karmiventtiilejä tai karmirakoventtiilejä tuloilmareiteiksi. Niiden soveltuvuus painovoimaiseen ilmanvaihtoon on syytä aina varmistaa ennen niiden hankintaa.

HYBRIDI-ILMANVAIHTO on kysessä, jos painovoimaiseen ilmanvaihtoon on lisätty tarvittaessa käytettävä poistopuhallin ilmavirtojen liikkeen tehostusta varten. Poistopuhaltimen malllin on oltava tehtäväänsä sopiva. Useimmat puhaltimet estävät ilmavirran likkeen kanavaan asennettuina silloin kun ne eivät käy. Puhaltimen siivet ja moottori voivat tukkia kanavaa, vaikka siitä pääsisikin ilmavirtaa ohitse. Puhaltimien sijoitus ja kanavistojen koko täytyy suunnitella huolellisesti, ettei ilmanvaihtoa pysäytetä tehostuspuhaltimen ollessa sammutettuna.

Puhallin, josta ilma pääsee läpi sen ollessa pysäytettynä

Kun asuintaloissa käytetään painovoimaista ilmanvaihtoa, liesituuletin toimii osana ilmavirtojen tehostamista. Ulospuhaltavalla liesituulettimella saadaan tarvittaessa tehostetuksi poistoa.

Entisaikaan pesutilat ja käymälä olivat asuinrakennuksen ulkopuolella. Nykytaloissa ne taas luonnollisesti halutaan asuintilojen yhteyteen. Painovoimaisessa järjestelmässä pitää suunnitella ilmavirtojen reitit huolellisesti. Ilma ei saa kulkea "likaisesta" puhtaaseen päin. Pesutilojen ja pyykin kuivumisen kannalta on suositeltavaa harkita märkätilojen rakentamista erilliseen rakennukseen.

Tuulivoimalla toimiva ilmanvaihdon tehostus

ILMANVAIHDON SUUNNITTELU on ammattilaisen työtä. Rakentamismääräyksissä on määritelty tilakohtaisia sekä ihmisten määrästä riippuvia ilmavirtoja. Asentajankin täytyy kuitenkin tietää ilmanvaihdon määräyksiä ja periaatteita, jotta työn lopputulos olisi onnistunut. Asentajan on siis ymmärrettävä korvausilmareittien sopivuus järjestelmään.

Ilman epäpuhtaudet

Sisäilmassa voi olla ihmisten terveydelle haitallisia epäpuhtauksia. Niiden määrät ovat usein kuitenkin niin pieniä, etteivät ne ole vaaraksi, mutta ne voidaan huomata esimerkiksi epämiellyttävänä hajuna. Tällöin on kyse viihtyvyyshaitasta. Ihmisen aistit ovat hyvin tarkkoja, ja usein jo pienetkin ilman epäpuhtaudet huomataan ennen kuin niiden pitoisuudet ylittävät sallitut raja-arvot.

Radon on vaikeasti aistittava vaarallinen kaasu. Se on hajuton, ja se nousee maaperästä asuntoihin. Asunnon ilmanvaihdon on myös radonin vuoksi oltava hyvin suunniteltu, ja sen on toimittava oikein.

Asunnossa ei saa olla radonia.

Jos sisäilman epäpuhtauksien määrä on suuri, ilmanvaihtoa voidaan hetkellisesti tehostaa. Koneellinen ilmanvaihto on suunniteltu siten, että siinä on aina vähintään 30 %:n tehostusmahdollisuus. Rakentamismääräysten mukainen tehostaminen on myös uusissa painovoimaisissa järjestelmissä aina mahdollista. Painovoimaista ilmanvaihtoa tehostetaan käyttämällä liesituuletinta tai -kupua tai märkätilojen poistopuhallinta. Vanhoissa painovoimaisissa järjestelmissä ilmanvaihtoa taas tehostetaan tekemällä ovia ja ikkunoita aukaisemalla hetkellinen voimakas ristiveto asuntoon.

Tuuletuksen tarkoituksena on vaihtaa asunnon ilman raittiiseen ulkoilmaan tehokkaasti ja nopeasti rakenteita jäähdyttämättä. Myös uusissa painovoimaisissa järjestelmissä voidaan ilmanvaihdon apuna käyttää hetkellistä tuuletusta. Ikkunatuuletusta voidaan käyttää tarvittaessa ilmanvaihdon tehostuksena myös koneellisessa ilmanvaihdossa. Tehokas ikkunatuuletus tehdään avaamalla tarpeeksi ikkunoita, jotta saadaan aikaan ristiveto. Tuuletus kestää vain hetken eli kunnes ilma on vaihtunut. Tarkoitus ei ole jäähdyttää rakenteita.

Tuulettamalla voidaan auttaa ilmanvaihtoa, mutta tarkoituksena ei ole hukata lämpöä.

Sisäilman epäpuhtaudet voivat olla kaasumaisia tai hiukkasmaisia tai toisaalta biologisia tai kemiallisia. Epäpuhtauksien enimmäismäärät on määritelty ja niistä on annettu raja-arvoja sosiaali- ja terveysministeriön Asumisterveysohjeessa. Myös Työterveyslaitos ja Sisäilmayhdistys määrittelevät ilman laatuun liittyviä asioita.

Kanavat

KIERRESAUMAKANAVA JA YHTEET. Ilmanvaihtokanavat ja niiden osat on valmistettu kuumasinkitystä ohutteräslevystä. Kanavaosat on puristettu muotoonsa ja niiden toinen tai molemmat päät on varustettu EPDM-kumitiivisteillä. Kanavat on valmistettu kierresaumaamalla rainasta.

Kanavaosia

Yleisimmät pientaloissa käytettävät kanavan halkaisijat ovat 100, 125 ja 160 mm. Nämä nimelliskoot ilmaistaan senttimetreinä 010, 012 ja 016. Runkokanavat ovat kokoa 016 tai 012 ja haarakanavat vastaavasti 012 tai 010.

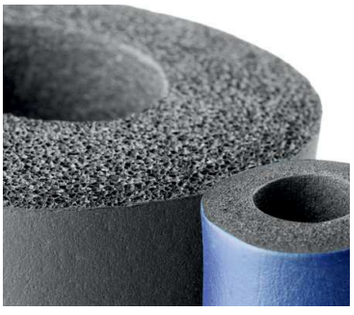
Putkimaiset ilmanvaihtokanavat tehdään yleensä kierresaumalla peltisuikaleesta.

Kierresaumakanavia ja niiden osia

Kanavakoot on merkitty IV-suunnitelmaan, jota tulee noudattaa. Venttiilien paikat on merkitty tarkasti, mutta kanavalinjoja joudutaan joskus soveltamaan tapauskohtaisesti. Kanavakoon muutokset ja kanavien liitokset täytyy tehdä suunnitelmien mukaisessa järjestyksessä. Kokenut ja asiansa osaava asentaja ymmärtää kanavistoille asetetut vaatimukset ja osaa soveltaa niitä työssään.

Kierresaumakanavia

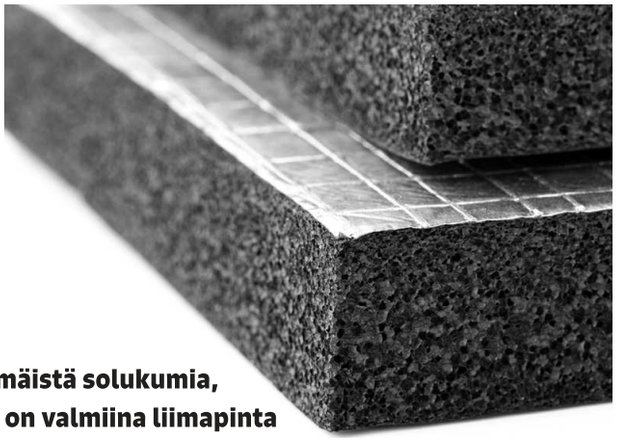
Solukumia



SOLUKUMIERISTETTY KIERRESAUMAKANAVA. Solukumieristetyissä kanavissa voi käyttää normaaleja kanavaosia.

Solukumieristetty kanava (kuva: Jari Ketola)

Solukumi on joustavaa materiaalia, ja se mukautuu helposti muuntoyhteeseen yhden kanavakoon verran. Valmiiksi eristettyjen osien ja kanavien liitokset niitataan normaalisti kuten eristämättömätkin ja teipataan tiiviisti 3 mm x 50 mm:n solukumiteipillä (-40–+80 °C). Kanavien solukumipäällyste liukuu kanavan päällä. Kanavaa lyhentäessä solukumi leikataan katkaisukohdasta ja siirretään sivuun kanavan leikkuun vaativan tilan verran.



Levymäistä solukumia, jossa on valmiina liimapinta

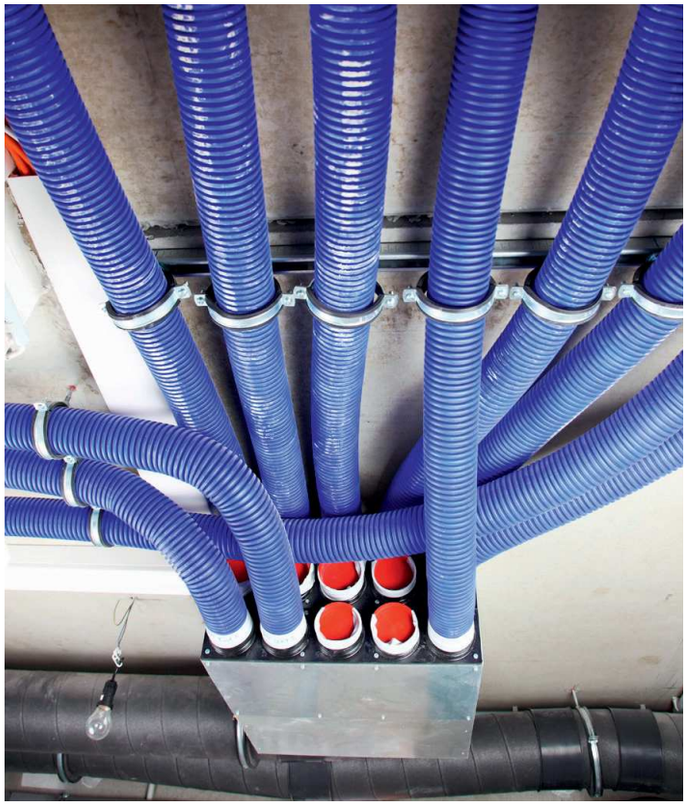
Solukumieristettä myydään irrallisena. Sitä voi ostaa levynä tai valmiina putkena. Eristettä saa valmiiksi liimapintaisena tai ilman liimaa. Muovista ilmanvaihtokanavaa myydään myös valmiiksi eristettynä.

Ilmanvaihtokanavia voi hankkia valmiiksi eristettyinä.

URETAANILLA ERISTETTY ILMANVAIHTOKANAVA. Kierresaumakanavia valmistetaan myös valmiiksi uretaanilla eristettyinä. Tällöin asennustyö on nopeampaa, koska eriste on jo kanavassa kiinni.

Uretaanikin on hyvä kondenssieriste. Kun eriste on ilmatiiviisti kanavan ympärillä, lämmin kostea ilma ei pääse kosketuksiin kanavan pinnan kanssa. Näin estetään kosteuden tiivistyminen kanavan pintaan vedeksi. Saumakohdat tiivistetään tällöinkin huolellisesti.

MUOVIKANAVAT JA YHTEET. Kanavat ja osat on usein valmistettu polypropeenista. Kanavien ja osien sisäpinta ei kerää pölyä ja likaa, koska se on sileä ja antistaattista materiaalia. Kanavien sileä sisäpinta on helppo puhdistaa.



Muovista tehdään myös normaalia pienempiä kanavia ahtaisiin tiloihin.

Ilmanvaihtokanavat tulisi pitää työmaalla tulpattuina ja osat pussitettuina, jotta ne säilyisivät puhtaina järjestelmän käyttöönottoon asti. Tämä helpottaa myös tuotteiden varastointia työmaalla.

Muovikanavien mainostetaan olevan helppoja ja nopeita asentaa, sillä asennukseen ei tarvita erikoistyökaluja. Talotekniikka-asentaja osaa asentaa kierresaumakanavat ja muovikanavat yhtä nopeasti ja turvallisesti. Tavallisille omakotirakentajille muovikanava voi joskus olla helpompi asennettava. Kanavat voidaan katkaista sopivan mittaisiksi esimerkiksi käsisahalla. Polypropeenin hyvä kestävyys antaa myöten pienet kolhut asennustiloissa, sillä muoviin ei synny lommoja. Muovikanavien samoin kuin muovisten viemäreiden kuljetuksessa ja säilytyksessä täytyy noudattaa valmistajan antamia ohjeita.

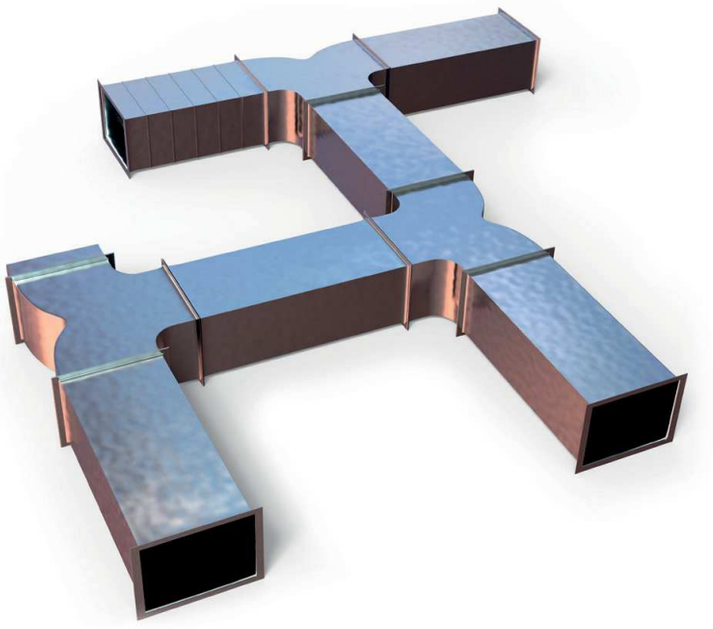
Muovikanavia valmistetaan myös valmiiksi eristettyinä. Niiden eristeenä on 15 mm:n solumuovi. Liitosten suojana käytetään siihen tarkoitettua nauhaa.

Suorakaiteen muotoisia ilmanvaihtokanavia ja kanavaosia

Kantikkaita suorakaideilmanvaihtokanavia käytetään, kun kanavistolle on joitakin erityistarpeita. Kantikkaalla muodolla voidaan tehdä kanavien ylityksiä ja rakenteiden sisään upotuksia pyöreitä kanavia litteämmillä kanavilla. Kantikkailla kanavilla saavutetaan näin tilan säästöä. Suuret suorat kanavien seinät jäykistetään ristikantein tai kanaviin asennetuin tukipellein tai raudoin sekä kierretangoin.

Suorakaidekanavilla voidaan toteuttaa ilmanvaihto ahtaisiinkin paikkoihin.

Ilmanvaihtokoneen suuria kanavaosia



Erikoisia kanavaosia toisiinsa listoitettuna

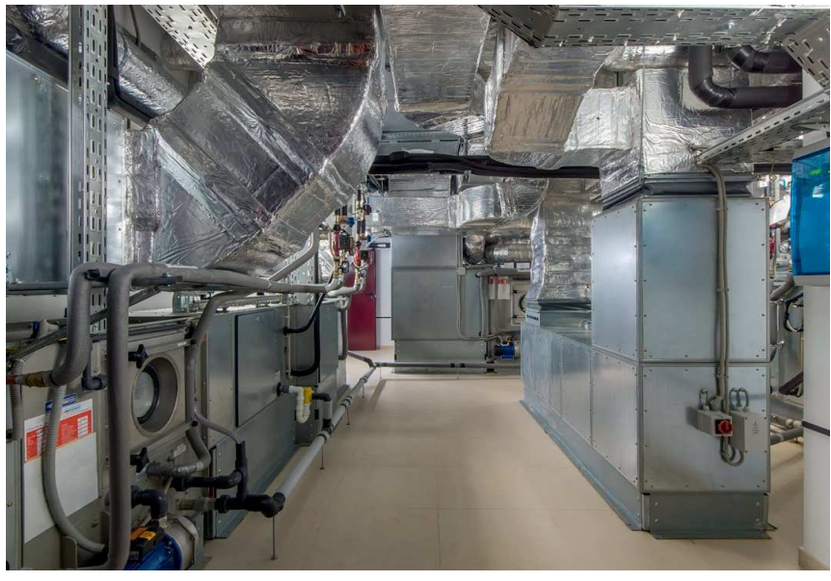
Suorakaidekanavat liitetään toisiinsa listakiinnityksin. Listoissa on käytössä yleensä U- tai Z- lista, joka kiinnitetään kanavan päähän. Kun kanavat yhdistetään, listoihin laitetaan niihin sopiva tiivistenauha ja kanavien päät painetaan yhteen. Kiinnitys tehdään käyttämällä kourumaista lt- eli työntölistaa.

Ilmanvaihtokanavien eristäminen

Ilmanvaihtokanavien eristyksiä tehdään erillisellä eristemateriaalilla. Usein käytetään valmiita muotoon tehtyjä eristeitä. Tavallisinta on kuitenkin eristematon käyttäminen. Eristematosta leikataan halutun kokoisia paloja ja ne asennetaan kanavistoihin valmistajan ja suunnittelijan sekä rakennusmääräysten ohjeiden ja vaatimusten mukaisesti.

> Eristeenä käytetään kivi- ja lasivillaa sekä solukumia ja polyesterukuituisia eristeitä.

Eristystä tehdään palo-, lämpö- ja ääniolosuhteiden vuoksi. Eristemateriaaleja on useita erilaisia, ja eristeet valitaan tilanteen mukaan. Samalla eristeellä voidaan saada haltuun useampia olosuhteita. LVI-suunnitelmissa esitetään eristeiden vaatimukset. Valmistajien ohjeista voidaan katsoa, miten heidän eristeensä täyttävät kunkin vaatimuksen. Eristyksestä voidaan mainita palokatko- tai palo-osastointisuunnitelmassa. Usein ilmanvaihtokanaviin joudutaan asentamaan myös palopeltejä ja äänenvaimentimia eristeiden lisäksi.



Eristettyjä neliömäisiä kanavia

Rakentamismääräyksissä ja ympäristöministeriön ilmanvaihtolaitteistojen paloturvallisuusoppaassa esitetään tarkemmin paloeristämiseen liittyviä asioita. Rakentamismääräyksessä E7 määrätään erityisesti ilmanvaihtolaitteistojen paloturvallisuudesta.

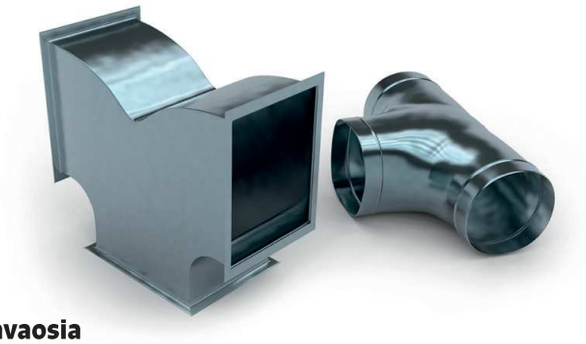
> Rakentamismääräyksissä määrätään myös ilmanvaihtolaitteistojen paloturvallisuudesta.

Lämpöeristäminen on myös erittäin tärkeä osa ilmanvaihtokanavistojen eristystä. Jokaisen asentajan on hyvä ymmärtää, miksi kanavistot lämpöeristetään. Myös ilmatiiviin eristämisen merkitys on ymmärrettävä kondenssin eli kosteuden tiivistymisen torjumisessa.

Pellitettyjä eristettyjä ilmanvaihtokanavia

Kanavan osat ja yhteet

Ilmanvaihtoasennuksissa käytettäviä kanavia yhdistetään ja niiden suunnan muutoksia toteutetaan erilaisten osien avulla. Osia on muovisia ja metallisia. Metallisia osia voi käyttää myös muovikanavistojen kanssa.



Kanavaosia

Ilmanvaihtokanaviin tehdään paljon myös erikoisosia.

Peltisepän tekemä kanavaosa muunto

Osat on varustettu tiivisteillä tai tiivistävällä muodolla. Joskus liitoksia kuitenkin joudutaan myös tiivistämään siihen tarkoitukseen tehdyllä vulkanoivalla teipillä. Niin sanottu ilmastointiteippi ei ole tarkoitettu nykyaikaisiin ilmanvaihtoasennuksiin. Kanavien osat ja yhteet löytyvät eri valmistajien tuoteluetteloista.

Suuren IV-kanavan osa: ns. prässätty 90 asteen mutka

Asentaminen

Kanavien valmistajilla on asennusohjeet kanavilleen. Asennustyöt tulee suorittaa näiden ohjeiden ja työselitysten mukaisesti. Työselityksissä tarkennetaan esimerkiksi kannakointiin, eristyksiin ja liitoksien varmistuksiin liittyviä asioita.

Asennukset tehdään valmistajan ohjeen mukaisesti rakentamismääräyksiä noudattaen.

Lämmön talteenotto

Lämpöä otetaan talteen ilmasta useilla tavoilla. Kylmää ulkoilmaa on järkevää lämmittää sisältä poistetun ilman lämmöllä. Lämmöntalteenottojärjestelmillä on erilaisia hyötysuhteita:

- pyörivä lämmönsiirrin: 70–85 %
- levylämmönsiirrin 50–65 %
- vesi-glykolilämmönsiirrin 40–60 %.

Poistoilman lämmön talteenotolla saavutetaan suuria energiakustannusten säästöjä.

Mittaaminen ja tasapainoitus

Rakentamismääräysten mukaan ilmanvaihto on suunniteltava sellaiseksi, että se täyttää määräyksissä määritellyt olosuhteet. Ilmanvaihtoa on voitava säätää, ja sitä on voitava mitata. Ilmavirtojen tulee olla hallittuja ja tunnettuja. Korvausilma ei saa tulla hallitsemattomasti rakenteiden läpi.

Ilmastoinnin mittaus ja säätö on ammattilaisen työtä.

Ilmanvaihdon säätämistä sanotaan usein tasapainottamiseksi. Koneellisessa tulo-poistoilmanvaihdossa on tärkeää, että ilmavirrat ovat suunnitelmien mukaiset ja siten sopivassa suhteessa keskenään. Yleensä rakennuksen ja asunnon ilmanvaihto pyritään suunnittelemaan ja säätämään hieman alipai-

neiseksi. Kuten sosiaali- ja terveysministeriön asumisterveysohjeessa määritellään, tilan alipaineen on oltava sellainen, ettei rakenteiden läpi ja rakenteiden sisältä kulkeudu epäpuhtauksia oleskelutiloihin ja että tilan oven on oltava helposti avattavissa.

IV-koneen säätimet säätöasennossa (kuva: Jari Ketola)

Ilmanvaihtoon vaikuttavat myös asunnon erillinen huippuimurilla varustettu liesikupu ja liesituuletin sekä tulisijat. On suositeltavaa huomioida niiden tarvitsema lisäkorvausilma. Esimerkiksi Energiatehokkaan pientalon ilmanvaihto-oppaassa on yleisluonteisesti ohjeistettu korvausilman tuonnista asuntoon ja takkakytkimen käytöstä.

Asunnoissa pitää olla alipaine. Ongelmia aiheutuu esimerkiksi kerrostaloissa siitä, ettei kaikissa asunnoissa ole saman kokoinen alipaine vaan jossakin se on isompi. Jos esimerkiksi asunnon asukas on tukkinut venttiileitä tai niitä ei ole pudistettu, asunnon paine voi muuttua. Liesituulettimilla paineita voidaan muutella tahattomasti, jos niiden käyttöä ei ole huomioitu ilmanvaihdon suunnittelussa ja säädössä. Rakentamismääräyksissä määritellään, ettei rakennus yleensä saa olla enempää kuin 30 baaria alipaineinen ulkoilmaan nähden. Joissakin suunnitteluohjeissa määritellään, että kokonaisulkoilmavirran tulisi sopivan alipaineen saavuttamiseksi olla 5–10 % pienempi kuin poistoilmavirran.

Asunnoissa pitää aina olla lievä alipaine.

Kerrostaloissa, joissa on koneellisen poiston järjestelmä, voidaan ilmanvaihdon tasapainotilan säilyttämisen apuna käyttää esimerkiksi poistoilmakanavassa olevia paineantureita. Poistoilmakanavan paineanturilla voidaan ohjata poistoilmapuhaltimen taajuusmuuttajaa tarpeen mukaan. Näin kanavassa saadaan puhallinta säätämällä pysymään vakio alipaine. Kun jonkin asunnon liesikuvun poistoa halutaan suurentaa, kuvun läppää avaamalla asunnosta poistuu enemmän ilmaa.

Asunnon ylipaineisuus voi aiheuttaa ongelmia rakenteille. Ylipaineisessa asunnossa kostea ilma painuu seinään ja ilmassa mukana oleva kosteus voi tiivistyä vedeksi rakenteen sisään. Märkä rakenne voi esimerkiksi homehtua ja lahota. Talotekniikka-asentajan tulee ymmärtää, että asunnoissa pitää olla pieni alipaine, jottei ylipaineen aiheuttamia riskitekijöitä muodostuisi. Ylipaineisen asunnon voi tunnistaa esimerkiksi ikkunoiden huurtumisesta.

Savukokeella, jossa käytetään merkkisavua, on helppo tarkistaa asunnon paine-eroja ja ilman liikkeitä. Osaava asentaja voi helposti mitata paine-eroja paine-eromittarilla, mutta se vaatii usein pienen reiän tekemistä esimerkiksi tuuletusikkunan luukkuun tai karmiin. Varsinaisista mittauksista ja säädöistä huolehtii harjaantunut ilmastoinnin mittaaja ja säätäjä. Mittaajan täytyy tunnistaa mitattavat päätelaitteet, ja hänen pitää ymmärtää, mitä hän on tekemässä.

Poistoilmaventtiili (kuva: Fläkt Woods Oy)

Mittaajan täytyy tunnistaa ilmanvaihdon päätelaitteet ehdottoman oikein. Venttiiliä mitattaessa useimpiin mittareihin täytyy syöttää venttiilin nimi ja koko tai venttiili täytyy tunnistaa ylläpidettävästä taulukosta ja etsiä sen laskenta-arvot valmistajan tiedostoista. Jos venttiili on tunnistettu väärin, mittaus ei anna oikeaa tulosta. Väärän venttiilin arvojen perusteella suoritettu mittaus ja säätö voivat aiheuttaa asunnon muuttumisen liian alipaineiseksi tai ylipaineiseksi, mistä voi aiheutua asukkaille ja rakennukselle vakavia pysyviä ongelmia. Venttiilit ja muut pääte-elimet täytyy aina mittaamisen ja säädön jälkeen lukita siten, ettei satunnainen pölyjen pyyhkijä pääse vahingossa muuttamaan sen asetuksia.

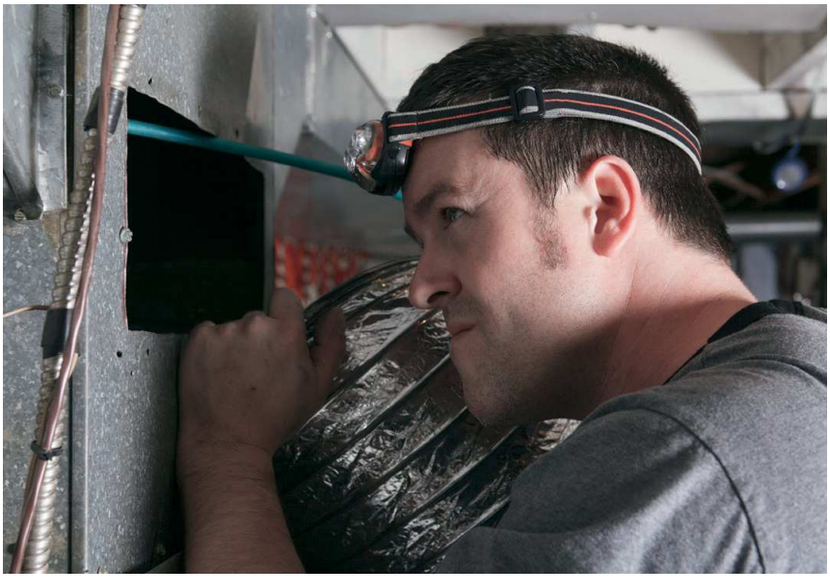
Poistoventtiili lukittuna (kuva: Jari Ketola)

Ilmanvaihdon mittaajia ja säätäjiä arvostetaan työssään, ja hyvät mittaajat ovat haluttuja työntekijöitä. Ilmanvaihtoa ja sen mittaamista ja säätöä käsitellään laajemmin ilmanvaihtoasentajien ammattiopinnoissa.

Käyttö ja huolto

Talotekniikka-asentajat käyttävät ja huoltavat ilmanvaihtokoneita ja laitoksia. Kiinteistönhuoltoyritysten erikoistuneet huoltomiehet taas tekevät ilmanvaihtolaitoksien huoltotöitä. Huoltomiehet voivat olla koulutukseltaan kiinteistönhoitajia ja talotekniikka-asentajia. Koulutuksestaan riippumatta ilmanvaihdon käyttäjien ja huoltajien täytyy osata työnsä ja ymmärtää, mitä vääristä toimenpiteistä voi aiheutua. Ilmastoinnin käyttöä ja huoltoa käsitellään laajemmin ilmanvaihtoasentajien ja kiinteistönhoitajien ammattiopinnoissa.

> Ilmanvaihtokonetta ei saa koskaan pysäyttää muuten kuin huollon vuoksi.



Ilmanvaihtokanavan puhdistus käynnissä

Ilmanvaihtokoneen oikea toiminta on yksi merkittävimmistä asumisterveyteen ja asumisviihtyvyyteen vaikuttava seikka. Asiakkaan rakennuksen kuntoon ja energiankulutukseen voidaan vaikuttaa ilmanvaihdolla.

Kun ilmanvaihdon pääte-elimiä huolletaan esimerkiksi pesemällä, niiden asetuksia ja säätöjä ei saa muuttaa. Esimerkiksi poistoilmaventtiiliä irrotettaessa pitää ensin tarkistaa, ettei venttiilin säätyvä kuppimainen sisäosa pyöri irrallaan. Kaikkien asentajien täytyy ymmärtää, ettei säätöjä saa mennä muuttamaan ilman syytä.

Pientalon IV-koneen sisäosa ja likainen suodatin (kuva: Jari Ketola)

Eräs tavanomaisimmista töistä on koneiden suodattimien vaihto. Myös isoja kokonaisia rakennuksien kerroksia palvelevia ilmanvaihtokoneita huolletaan suodattimia vaihtamalla ja sisäosia imuroimalla. Huoltomiehen täytyy käyttää asianmukaisia suojaimia ja suojavarusteita. Suodattimia ei myöskään saa jättää lattialle koneen viereen, vaan ne täytyy hävittää asianmukaisesti.

> Likaiset suodattimet täytyy hävittää asianmukaisesti.

Tärkeä huomioitava asia varsinkin pientalojen ilmanvaihtokoneiden säännöllisen huollon yhteydessä on tarkistaa raitisilmasäleikön puhtaus. Myös poistoilmapuolen säleikkö, jos sellainen on, on hyvä tarkistaa samalla. Mahdollinen tuloilmasäleikön verkko menee helposti tukkoon ilmassa olevista roskista ja hyönteisistä. Säleikön verkko on usein poistettu,

mutta jos huolto on osaavaa ja säännöllistä, on parempi antaa verkon olla paikoillaan ja puhdistaa se.

Ulkosäleikkö verkon kanssa ja ilman verkkoa (kuva: Jari Ketola)

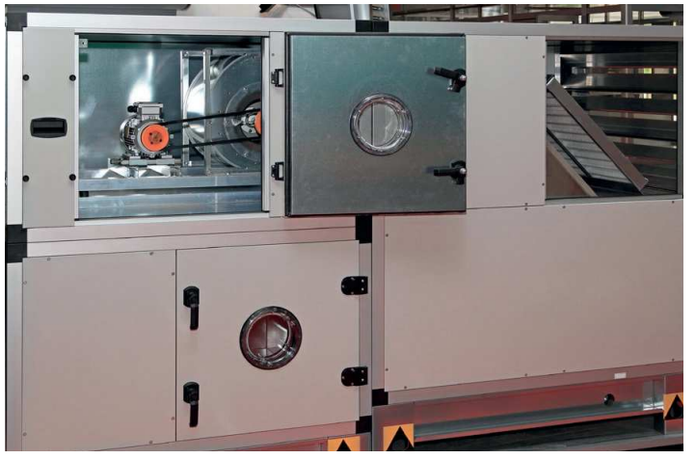
Ilmanvaihtokanavia on hyvä myös puhdistaa sisältä säännöllisesti. Kanavat nuohotaan asiaankuuluvin välinein. Ilmanvaihtokanavien puhdistusta varten on siihen erikoistuneita yrityksiä

IV-kanavan nuohouksen tarkistukseen käytetään kameraa.

Tavanomaiseen ilmanvaihtokoneen ja laitoksen huoltoon voi kuulua myös lämmöntalteenottokennon peseminen tai muu puhdistus. Samoin isojen ilmanvaihtokoneiden lämmitys- ja kostutusosat pestään ja puhdistetaan.

Ilmanvaihtolaitteisto huolletaan säännöllisesti.

Pientalon IV-koneen kenno tulossa ulos koneesta puhdistettavaksi (kuva: Jari Ketola)



Ison IV-koneen luukku avattuna. Puhallin ja moottori näkyvät. (kuva: Jari Ketola)

Useimmissa ilmanvaihtokoneissa on turvakytkimet, jotka laukeavat, kun koneen luukkuja avataan. Työturvallisuus on aina huomioitava huoltotöissä. Koneista pitää katkaista virta ennen huoltotöitä, ja laitoskohtaisia turvallisuusohjeita pitää aina noudattaa.

Pientalon IV-koneen virtakatkaisija 0-asennossa huollon aikana

Ilmavaihtolaitoksia käytetään usein etäkäytöllä. Niiden toimintaa ohjataan tietokoneilla. IV-koneiden säätöihin ja käyntiaikoihin vaikutetaan ohjelmaa muuttamalla. Näitä muutoksia tekee siihen koulutettu osaava asiantuntija.

> IV-koneen käyntiaikaohjelmaa voidaan muuttaa tarpeen mukaan.

Pientalojen koneita voidaan ohjata niiden omista kytkimistä. Koneissa on erilaisia järjestelmiä. Tavanomaista on, että koneen toimintaan vaikutetaan vain yhdellä käyttökytkimellä sen tehoja säätämällä. Toisaalta joitakin pientalojen koneita voidaan ohjata ja ohjelmoida hyvinkin tarkasti. Pientalojen koneidenkaan säätöjä ei saa muuttaa harkitsemattomasti säädön jälkeen.

Pientalon IV-koneen digitaalinen säädin

Ilmanvaihtokoneiden huoltajien ja käyttäjien on hyvä ymmärtää, että koneet toimivat kaukokäytöllä ja että ne voivat käynnistyä yllättäen. Koneiden käyttökeskukseen on hyvä ilmoittaa huoltotoimenpiteistä.

1. Selvitä pientaloissa käytettävien ilmanvaihtokoneiden ominaisuuksia. Mikä on tavanomaisin peruste sille, miksi Suomessa valitaan tietty kone tiettyyn asuntoon.

---

2. Asuntoon virtaa ilmaa postiluukusta. Mitä tilanteen korjaamiseksi pitää tehdä.

---

3. Selvitä, miten nestekiertoinen lämmöntalteenotto toimii vanhassa koneellisen poiston järjestelmässä.

4. Tutki lähiseudun rakennuksia, joissa on painovoimainen ilmanvaihto. Etsi niistä korvausilma-aukkoja. Kuvaa ja vertaile.

5. Tutki oppilaitoksesi ilmanvaihtoa. Mihin sen toiminta perustuu?

6. Etsi ilmanvaihdon pääte-elimiä. Kuvaa ja tunnista ne sekä selvitä, mitä niiden huoltoon kuuluu.

7. Tarkastele ilmanvaihdon pääte-elimien likaisuutta. Etsi merkkejä (indikaattoreita), joista voi päätellä puhdistustarpeen. Valokuvaa ja kuvaile.

8. Selvitä, miten kierresaumakanavien liitokset tehdään ja mikä on siihen sopiva varmistustapa.

TEHTÄVIÄ

9. Selvitä, miten muoviputkia, peltisiä kierresaumakanavia ja kanttikanavia säilytetään työmaalla oikein.

10. Selvitä, mitkä ovat oppilaitoksenne yleisimmin käytettävät ilmanvaihdon listatyypit.

11. Tee listaleikkurilla listan katkaisu annetun kanavan päähän.

12. Etsi jonkin valmistajan ohje siitä, miten kanavan osa asetetaan kanavaan oikeaan syvyyteen.

13. Tee esitys muovikanavan osan laittamisesta kanavaan.

14. Vertaa kanavien asennusohjeita ja tutki liitoksien varmistukseen liittyviä asioita.

15. Mikä on hyvä muistisääntö kannakointiin? Tee ja muotoile ohje.

16. Selvitä, miten ristivirtalämmöntalteenottokenno toimii. Piirrä ja kuvaa. Tee savulla demostraatio.

17. Miksi ilmanvaihto voi aiheuttaa hankaluutta ulko-oven avaamiseen? Tee koejärjestely, jossa on vaikea avata ovea ilmanvaihdon vuoksi.

18. Selvitä, minkä ammattilaisten töiden ilmanvaihdon huoltotyöt kuuluvat.

19. Selvitä, kuvaa ja näytä esimerkein, miksi pientalojen ilmanvaihtokoneissa on suodatin poistopuolella. Mikä sen tehtävä on?

20. Selvitä, mitkä ovat ilmanvaihtokoneiden suodatinluokat ja mitä ne tarkoittavat.

21. Kuvaa vaiheittain poistoilmaventtiilin irrotus ja puhdistus.

22. Selvitä valmistajan huolto-ohjeen mukaiset suuren ilmanvaihtokoneen (opettajan valitsema kone) huoltotoimet.

4.
KYLMÄTEKNIIKKA

Kylmäasentajan työ

Kylmäasentaja tarvitsee työssään erikoistaitoja, joita ei muilla aloilla voi oppia. Lisäksi alalla työskenteleminen vaatii viranomaisten hyväksymän sertifikaatin suorittamista.

Kylmäasentaja työssään

Kylmäasennustyöt ovat luvanvaraisia.

Kylmäasentajalle on tärkeää ymmärtää kylmätekniseen laitteiston toiminta, yksittäisten komponenttien toiminta, kylmäprosesseissa käytettävien aineiden vaarallisuus, turvallisuusohjeet työssä ja kylmäprosessissa tapahtuvat fysikaaliset ilmiöt. Laitteistojen ongelmatapausten ratkominen puolestaan vaatii näiden asioiden hyvää hallintaa ja riittävää kylmäalan työkokemusta, jotta voi toimia vastuullisena ammattilaisena.

Jääkaapin takaosa (koneikko ja kylmäputkisto)

Termodynamiikan perusteet

LÄMPÖMÄÄRÄ. Lämpöenergian (*Q*) mittayksikkö on Joule (J), joka kertoo aineessa vallitsevan molekyylien liike-energian summan. Aineen massa vaikuttaa aina sen lämpömäärään. Aineen lämpömäärä taas pyrkii tasoittumaan aina ympäristön lämpötilaan, jos aineen lämpömäärä on suurempi kuin ympäristön lämpötila. Lämpömäärää mitataan celsiusasteikolla esimerkiksi lämpömittarilla.

Lämpöpotentiaali siirtyy lämpimästä aineesta kylmempään aineeseen.

LÄMMITTÄMINEN JA JÄÄHDYTTÄMINEN. Aineen lämmittämiseen tarvitaan energiaa, joka on tuotava aineeseen ulkopuolelta. Ominaislämpökapasiteetti tarkoittaa lämpöenergian määrää, joka tarvitaan 1 kg:n massaisen aineen lämpötilan nostamiseksi 1 °C:n verran (K). Aineen ominaislämpökapasiteettia merkitään c-kirjaimella. Jokaisella aineella on oma ominaislämpökapasiteettiarvonsa. Vastaavasti ainetta jäähdytettäessä on lämpöenergiaa vietävä aineesta pois, jotta aine jäähtyisi matalampaan lämpötilaan. Yksikkönä on kj/kgK.

Kiehuvaa vettä

LÄMPÖTILAN (*T*) SI-järjestelmän mukaisena lämpötila-asteikkona käytetään kelviniä (K). Suomessa kuitenkin yleisemmin tunnettu lämpötilan yksikkö on celsius (°C). Näiden käytössä olevien asteikkojen (K ja °C) asteväli on sama. Kelvinasteikon nollapiste on sama kuin absoluuttisen nollapisteen (−273 °C), kun taas °C-asteikon nollapiste on paremmin meillä tunnettu eli 0 °C. Vastaavasti veden kiehumispiste on 100 °C eli 373 °K.

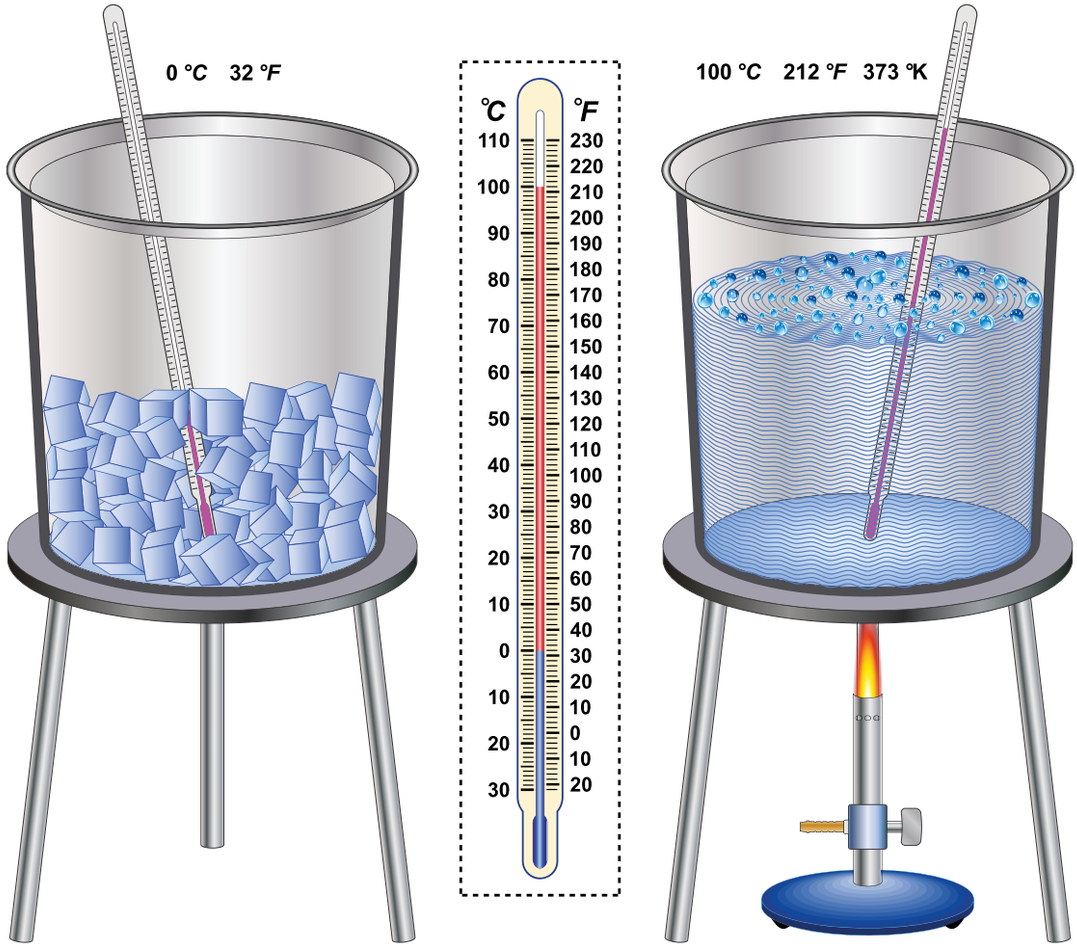
Kelvin- ja celsiusasteiden asteväli on sama.

Jos aine tuntuu ihoa vasten lämpimältä, se on lämmin. Ihossa oleva lämpötila-aisti koostuu lämpöön reagoivista soluista, jotka kosketuksessa havaitsevat esineen ja kehon välisen lämpötilaeron. Havaintona onkin vain se, onko esine kylmempi vai lämpimämpi kuin ihomme.

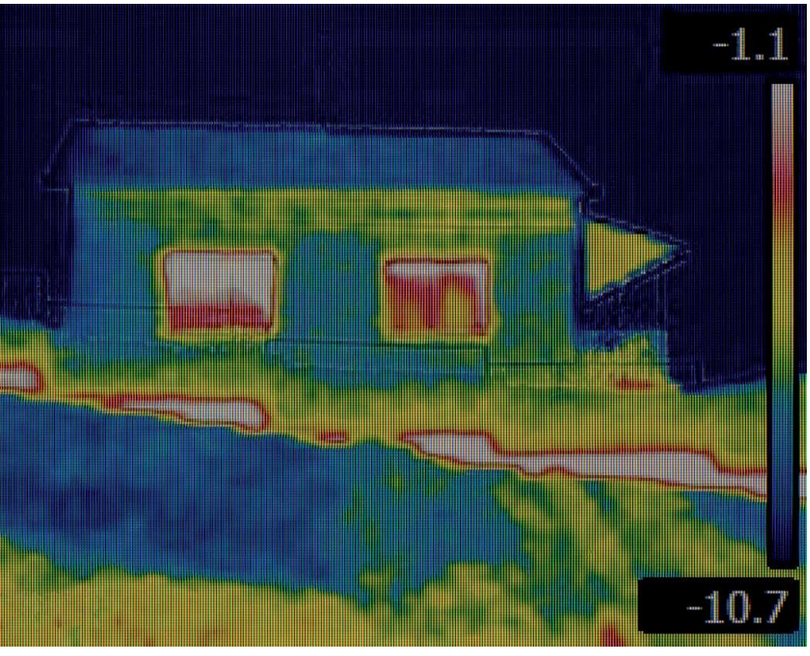
TEHOA (*P*) käytetään fysiikassa monessa eri yhteydessä, ja se onkin yksi tunnetummista fysiikan suureista. Tehon yksikkönä käytetään wattia (W). Muun muassa auton moottoriteho on yleisesti tiedostettu, vaikka yksikkönä useasti käytetäänkin tässä yhteydessä kW-yksikköä eikä hv-yksikköä. KW-yksikköä käytetään yleisesti sähkötekniikassa esimerkiksi lämmityspatterien yhteydessä.

AINEEN OLOMUOTOJEN MUUTOKSET. Jäätyessään vesi muuttuu kiinteäksi aineeksi, jääksi. Vesi voi siis olla nesteenä tai kiinteänä, mutta se voi olla myös kaasuna. Vesi on kaasumaisessa muodossa esimerkiksi pilvissä. Se, milloin vesi esiintyy missäkin muodossaan, riippuu suuresti ympäröivästä lämpötilasta mutta myös itse aineesta, sen tilavuudesta tai tilassa vallitsevasta paineesta.

LÄMMÖN SIIRTYMINEN. Talvella omakotitaloa lämmitettäessä pyritään korvaamaan rakenteessa olevia lämpöhäviöitä. Lämpöhäviöt johtuvat rakenteessa olevien eri materiaalien kyvystä johtaa lämmintä energiaa kylmempään ulkoilmaan. Ilmiötä kutsutaan johtumiseksi. Lämmin ilma (suurempi lämpöpotentiaali) pyrkii siirtymään kylmään ilmaan (pienempi lämpöpotentiaali) päin, eli potentiaalierot pyrkivät tasoittumaan rakenteiden välillä. Mitä paremmin rakenne on eristetty, sitä vähemmän lämpöenergiaa tarvitaan korvaamaan hävinnyt lämpöenergia.



Veden lämpötiloja eri asteikoilla



Lämpökamerakuva talosta talvella. Rakenteen läpi johtuu lämpöä.

Rakenteen kautta hävinnyt lämpöenergia korvataan tuomalla lisää lämpöenergiaa talon sisälle lämmityspattereilla esimerkiksi öljykattilassa lämmitetyn veden välityksellä. Tätä ilmiötä kutsutaan myös konvektioksi. Talon katolle voidaan asentaa myös lämmönkeräimiä, jolloin auringon lämmittäessä voidaan ottaa talteen lämpöenergiaa kiinteistön käyttöveteen. Tässä käytetään hyväksi auringosta saatavaa säteilyenergiaa.

Lämmön johtumista jonkin aineen välityksellä kutsutaan konvektioksi.

Kaikissa tapauksissa tapahtuu lämmönsiirtymistä eli ilmiötä pyritään hyödyntämään. Lämpöä voi siis siirtyä johtumalla tai säteilemällä. Kylmätekniikassa hyödynnetään samoja ilmiöitä.

AINEEN LÄMPÖLAAJENEMINEN. Olet varmasti huomannut betoni- tai terässiltaa ylittäessäsi, että sillan rakenne koostuu palasista, jotka ovat irti toisistaan. Sama rakenne on havaittavissa joidenkin rautateiden rakenteessa. Rautatiet on ennen koottu toisistaan irti olevista metallikiskoista. Syynä on osin se, että rautatiet on tällä tavoin ollut helpompi rakentaa, mutta kuitenkin varsinaisesti se, että jos rakennusvaiheessa ei oltaisi otettu huomioon lämpölaajenemista, se hajottaisi rakenteen lämpötilan noustessa.

Kylmätekniikassa käytetään erilaisia kylmäaineita, joita kuljetetaan nestemäisessä muodossa paineastioissa eli pulloissa. Kylmäainepullon sisällä olevalla kylmäaineella (neste) on eri lämpölaajenemiskerroin kuin sen ympärillä olevalla metallipullolla. Tämä voi aiheuttaa vaaratilanteen, jos pullo on täynnä ja se pääsee kaatumaan autossa. Pullo voi räjähtää, jos neste pääsee laajenemaan lämpötilan noustessa esimerkiksi kesähelteellä. Sama koskee niin typpipulloa (koeponnistuskaasu) kuin kaasuhitsauspullojakin (happi ja asetyleeni).

Kylmäainepullot on aina säilytettävä pystyasennossa.

PAINE. Lentokoneessa matkustaessaan ei voi olla huomaamatta ilmanpaineen muutosta koneen nousun ja laskun yhteydessä. Lentokoneen runko paineistetaan, koska korkealla lennettäessä koneen runkoon kohdistuu pienempi ilmanpaine kuin maan pinnalla.

Ilmanpaine tarkoittaa käytännössä ilmakehän painoa. Ilmanpaine vaihtelee korkeuden mukaan (pienenee merenpinnasta ylöspäin).

Tämä tarkoittaa, että lentokoneen sisäilma työntää runkoa ulospäin monen tonnin voimalla neliömetriä kohden. Vastaavasti ilmanpainetta pienennetään maanpintaa lähestyttäessä. Maanpinnan ilmanpainearvo on 1 bar (100 kPa). Lentokone on siis lentävä paineastia.

Paineen (p) yksikkönä käytetään SI-järjestelmässä pascalia (Pa). Kylmätekniikassa taas käytetään suurempaa yksikköä eli baaria (bar). Esimerkiksi kuumakaasun paine ilmalämpöpumpussa lämmityskäytössä voi olla jopa 30 baaria ja vastaavasti jäähdytyskäytössä 7–8 baaria.

Kylmäputkiston tyhjiöinnissä pitäisi saavuttaa tyhjiö eli vähintään 2,7 mbar (vähemmän kuin 2,7 mbar). Ylipaineistamalla (typellä) putkisto varmistetaan putkiston tiiviys (esim. 40 bar).

Huoltomittarisarja kiinni ilmalämpöpumpussa

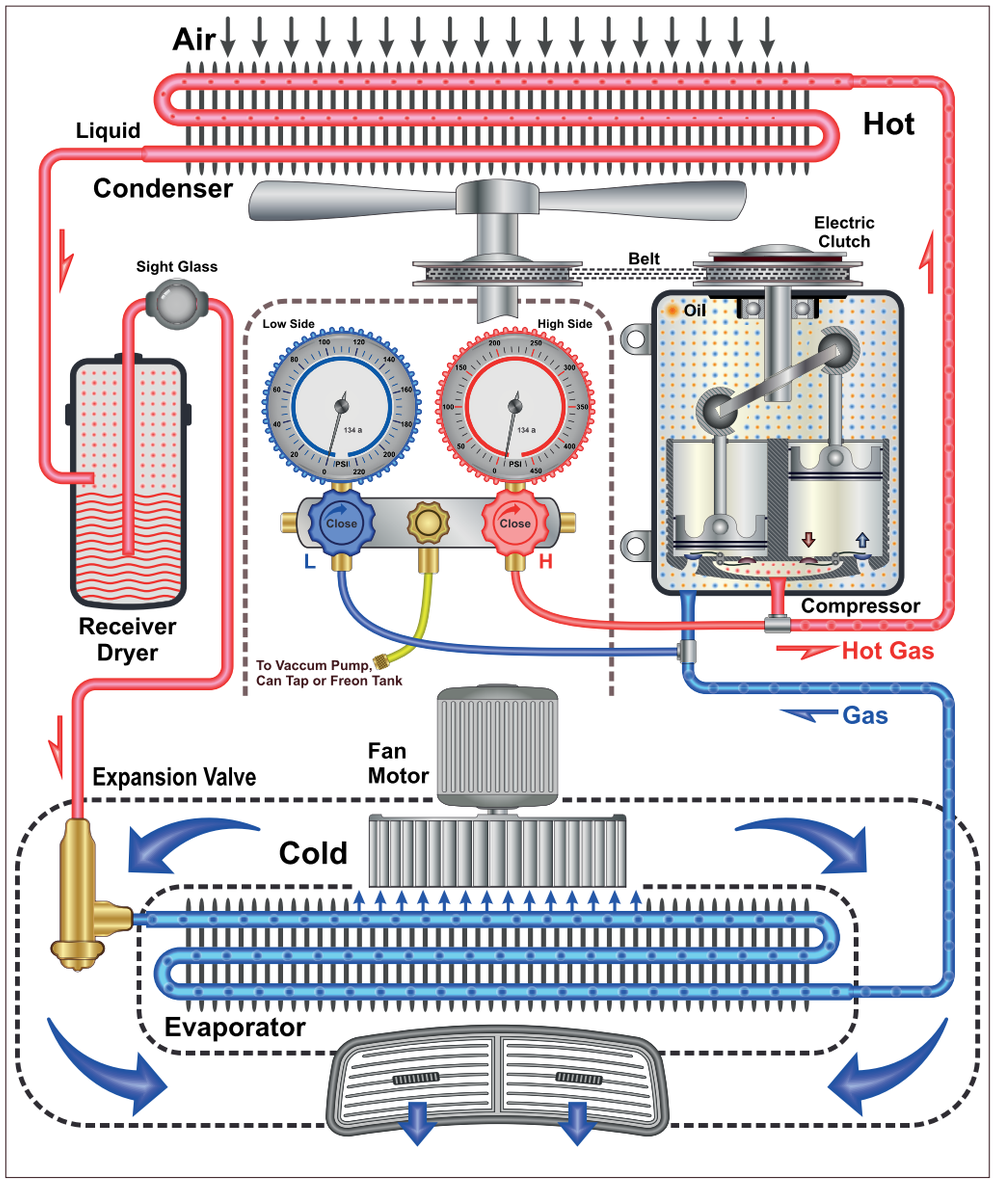
1 bar = 10 mvp = 100 kPa

Kylmätekninen kiertoprosessi

Kylmäteknisen kiertoprosessin ymmärtäminen käytännön tasolla on kylmäasentajan ammatissa toimimisen vaatimus. Vika- ja häiriötapausten selvittäminen ei ole mahdollista ilman teoreettista tietämystä ja vuosien kokemusta kylmälaitteista. Kylmälaitteiston komponenttien tuntemus on myös ehdoton vaatimus alalla työskentelemisessä.

Elintarvikkeita ympäröivää ilmaa jäähdytetään jääkaapissa siirtämällä jääkaapin sisällä olevaa lämpimämpää ilmaa höyrystimen läpi, jolloin ilmaan sitoutunut (korkeampi) lämpöenergia siirtyy (johtuu) höyrystimen kautta kylmäaineeseen. Lämpötilan nousu nesteytyneessä kylmäaineessa aiheuttaa paineen laskun höyrystimessä, jolloin kylmäaine alkaa höyrystyä.

Kylmäaine toimii energian välittäjänä kylmäprosessissa.

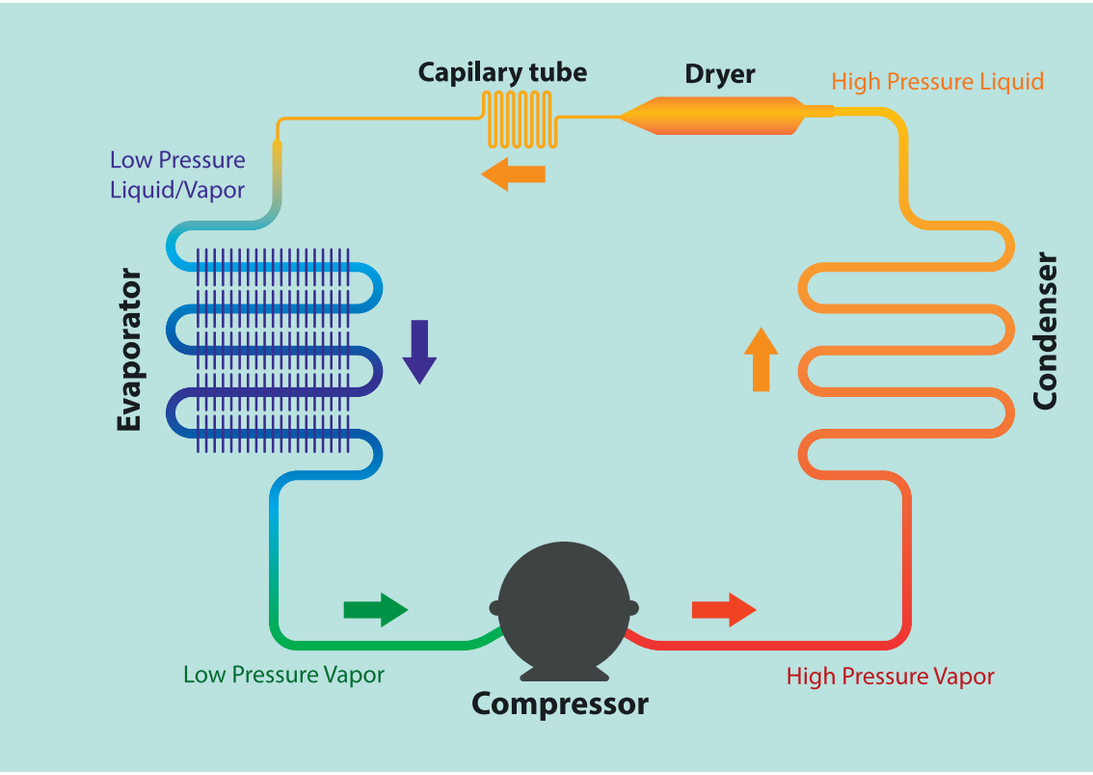


Air	ilma
Hot	kuuma
Condenser	lauhdutin
Liquid	neste
Sight glass	näkölasi
Belt	remmi
Electric clutch	elektroninen kytkin
Compressor	kompressori
Hot Gas	kuumakaasu
Receiver dryer	kuivaaja
Expansion valve	paisunta-venttiili
Cold	kylmä
Gas	kaasu
Evaporator	höyrystin
Vacuum pump	tyhjiöinti-pumppu

Kylmäainekierto

Kylmäprosessissa kylmäainetta käytetään prosessin työaineena ja kylmäprosessissa hyödynnetään työaineen (kylmäaineen) ominaisuuksia ja sen olomuotojen muutoksista saatavaa lämpöenergiaa. Kylmäaineen välityksellä siirretään lämpöenergiaa höyrystimestä lauhduttimeen.

Kompressorilla on keskeinen rooli kiertoprosessissa, koska sen avulla prosessiin tehdään tarvittava työ eli puristetaan matalapaineinen kylmäainehöyry korkeampaan paineeseen ja lämpötilaan. Kompressoria käytetään puolestaan sähkömoottorilla, joka kuluttaa käydessään sähkövirtaa. Sähkömoottorin kuluttama teho on kuitenkin huomattavasti pienempi kuin kylmäprosessissa saavutettu jäähdytysteho, jolloin prosessin käyttäminen on edullista.



Low pressure	matalapaine
High pressure	korkeapaine
Liquid	neste
Vapor	höyry
Dryer	kuivaaja

Kylmätekninen kiertoprosessi

Ilmalämpöpumppua voidaan käyttää lämmitykseen tai jäähdytykseen kääntämällä sen toiminta nelitieventtiilin avulla.

Kylmäalan lainsäädäntö, kylmäaineet ja öljyt

Jääkaapissa käytettävä kylmäaine on se komponentti, joka mahdollistaa "kylmän" ilmestymisen jääkaapin sisälle sitomalla itseensä olomuodon muutoksella lämpöä jääkaapin sisältä. Tekniikan kehittyessä ympäristölle erittäin haitallisista kylmäaineista on pyritty eroon. Nykyisin kotitalouksien kylmälaitteissa käytetäänkin kylmäaineena muun muassa ympäristölle vaaratonta hiilidioksidia.

KYLMÄALAN LAINSÄÄDÄNTÖ. Kylmäalan työt jaetaan enintään 3 kg ja vähintään 3 kg kylmäainetta sisältäviin laitteistoihin ja ajoneuvolaitteistoihin liittyviin töihin. Enintään 3 kg:n pätevyys vaaditaan muun muassa ilmalämpöpumppujen ja pienten jäähdytyslaitteistojen asentamiseen. Yli 3 kg:n pätevyys taas vaaditaan isompien jäähdytyslaitteistojen ja esimerkiksi kerrostalojen ja rivitalojen lämmityslaitteistojen asentamiseen.

KYLMÄAINEET. Kylmäaineita käytetään jäähdytyslaitteistoissa lämmön siirtämisen väliaineena yhtä lailla kotitalouksien jäähdytyslaitteissa kuin teollisuudessa käytettävissä laitteistoissa. F-kaasut (freonit), HCFC- yhdisteet (halonit) ja HFC-yhdisteet (fluorihiilivedyt), hiilidioksidi ja ammoniakki ovat yleisesti käytettyjä kylmäaineita. Suurin ongelma varsinkin vanhoissa kylmäaineissa on niiden ilmakehän otsonia tuhoava ominaisuus.

Muista käyttää suojavarusteita, kun käsittelet kylmäaineita.

Kylmäaineita käsitellessä on muistettava suojautua huolellisesti, vaikka freonit eivät ole ihmiselle vaarallisia. Nestemäisessä muodossaan kylmäaine (esim. R410A) höyrystyy iholle joutuessaan voimakkaasti, mikä aiheuttaa paleltumisvammoja. Ihokosketukseen tai hengitysteihin joutunut ammoniakki taas aiheuttaa välittömän vaaratilanteen.

KYLMÄKONEÖLJYT. Sähkömoottori pyörittää kompressorin mäntää tai ruuvia, joka saa aikaiseksi paineennousun kylmäainehöyryyn. Pelkkä putkistoissa virtaava kylmäaine ei riitä voitelemaan kompressorin liikkuvia osia, vaan kompressorin käyttämiseen vaaditaan myös öljyä. Lähes kaikki kompressorit tarvitsevat voitelua (paitsi magneettikentässä kelluvat laakerit). Kylmälaitteissa käytettäviä kylmäaineita on useita ja samoin myös öljyjä. Öljy pitää siis valita laitteistossa käytettävän kylmäaineen mukaan. Ongelmana kylmälaitteistossa on kylmäaineeseen sekoittuva öljy, joka ei siis ole laitteiston toiminnalle hyväksi. Putkiston oikealla rakenteella tätä ilmiötä voidaan vähentää.

Esteriöljyt aiheuttavat voimakasta ihoärsytystä.

Öljyllä on muitakin tehtäviä kuin pelkkä voitelu. Kun kompressori on pitkiä aikoja käynnissä, se lämpenee, jolloin öljy jäähdyttää sitä. Samoin kylmäaineöljy vähentää laitteiston aiheuttamaa ääntä. Huoltotilanteessa kylmäaineen sekaan voidaan sekoittaa pieni määrä vuodonilmaisuainetta, joka kulkeutuu vuotokohtaan öljyn avustuksella (havainnointi UV-valolla).

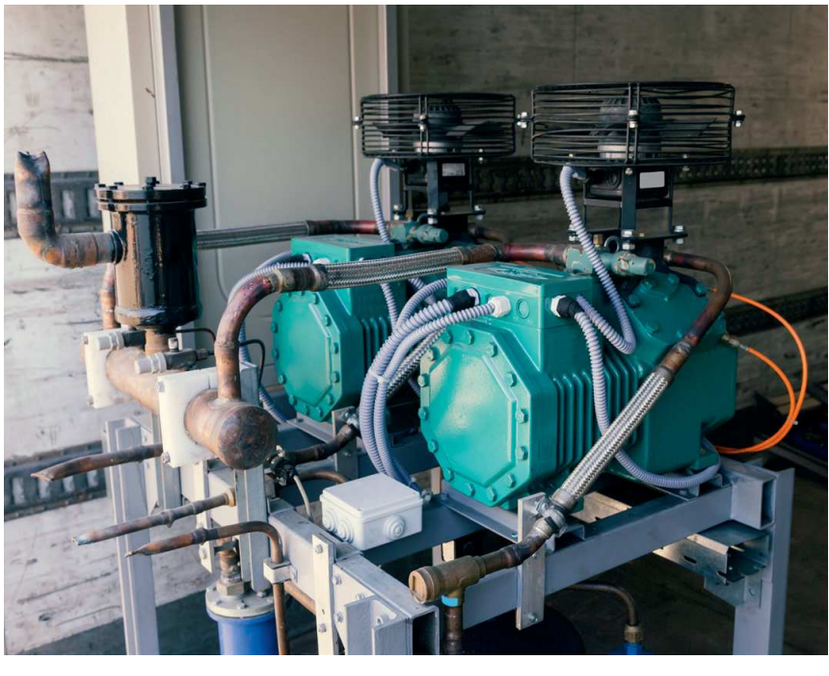
TURVALLISUUS ÖLJYJEN KÄSITTELYSSÄ. Esteriöljyt ovat yleisesti käytettäviä kompressoriöljyjä. Ne ovat kuitenkin terveydelle haitallisia, ja niiden suoraa ihokosketusta tulee välttää. Tuotteen turvallisuusseloste on syytä lukea läpi, jotta osaa tapaturmatilanteessa toimia oikein.

ÖLJYJEN HÄVITTÄMINEN. Käytetyt öljyt tulee toimittaa joko kylmäkoneöljyille tarkoitettuun kierrätyspisteeseen tai suoraan Ekokem Oy:lle. Tuotteiden myyjät ottavat myös vastaan käytettyjä öljyjä.

Kylmälaitoksen komponentit ja laitteiden toiminta

Kylmälaitos muodostuu neljästä pääkomponentista: kompressorista, höyrystimesta, lauhduttimesta ja paisuntaventtiilistä. Lisäksi sekä lauhdutin että höyrystin voi ilmankierron tehostamiseksi olla varustettu puhaltimella.

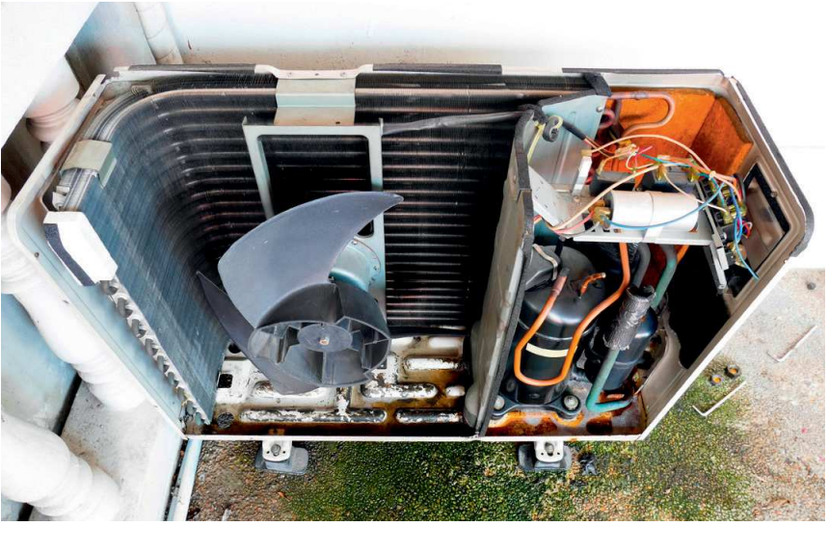
KOMPRESSORI. Kylmälaitteistoissa käytettäviä kompressorityyppejä ovat hermeettiset- ja puolihermeettiset mäntäkompressorit, avomäntä- ja ruuvikompressorit sekä Scroll-kompressorit. Kotitalouksien jäähdytyslaitteistoissa käytetään pääsääntöisesti hermeettisiä kompressoreita, joita ei yleensä korjata vaan rikkoutuneen kompressorin tilalle vaihdetaan uusi. Ilmalämpöpumpuissa taas käytetään pääsääntöisesti Scroll-kompressoreita niiden pienen virrankulutuksen vuoksi. Suuremmissa laitoksissa käytetään puolihermeettisiä tai avoimia kompressoreita, joita voidaan korjata.



Kompressoreja

Avattu jääkaapin kompressori

PUTKISTO. Kylmäaineputkiston tehtävänä on toimia kylmäaineen kanavana eri kylmäkomponenttien välillä. Näin kylmäkomponentit voidaan sijoittaa paremmin niille varatuille paikoille. Kylmäputkistoille on asetettu minimi- ja maksimipituudet, joiden asettamissa rajoissa kylmäputkistojen on oltava, jotta kylmäkomponentit toimivat laitteistossa oikealla tavalla ja taloudellisesti. Kylmäputkiston materiaalina on pääsääntöisesti kupari, joko kovana tai hehkutettuna. Ilmalämpöpumpuissa ja pienissä järjestelmissä käytetään valmiiksi eristettyä ja hehkutettua niin sanottua tuplaputkea, kun taas suuremmissa jäähdytysjärjestelmissä käytetään kovaa putkea ja putkisto eristetään putkiston asentamisen jälkeen kondensoitumisen eli vesihöyryn tiivistymisen estämiseksi.



Ilmalämpöpumpun putkisto

Pyri aina mahdollisimman lyhyeen kylmäputkistoon.

HÖYRYSTIN. Kesäkuumalla olet saattanut hakea jääkaapin yläosassa sijaitsevasta pakastelokerosta jäätelöä. Yleensä jääkaapin pakastelokero on hieman jään peittämä. Kyse on höyrystimestä, joka sitoo lämpöä jääkaapin sisältä höyrystimen sisällä kiertävän kylmäaineen välityksellä. Kun höyrystimen sisäinen ilmakierto suljetaan kannella, tilassa voidaan pakastaa elintarvikkeita. Höyrystimen ulkopuolella kiertää muu jääkaapin ilma ja jäähdyttää myös sen sisätilan. Pakastelokeron sisälle kertyvä jää muodostuu tiivistyneestä ilmankosteudesta, jota tulee aina lisää, kun pakastelokeron kansi avataan.

Jäätynyt jääkaapin pakastelokero

Jääkaapin taloudellisuus paranee, kun jäätynyt pakasteosa sulatetaan määrävälein.

Isommissa järjestelmissä ja kylmähuoneissa käytetään puhallinhöyrystimiä, jotka sijoitetaan tilan korkeimpaan kohtaa eli tyypillisesti kattoon. Puhaltimilla tehostetaan ilmankiertoa kennon läpi, jolloin myös koko tila jäähtyy tehokkaasti.

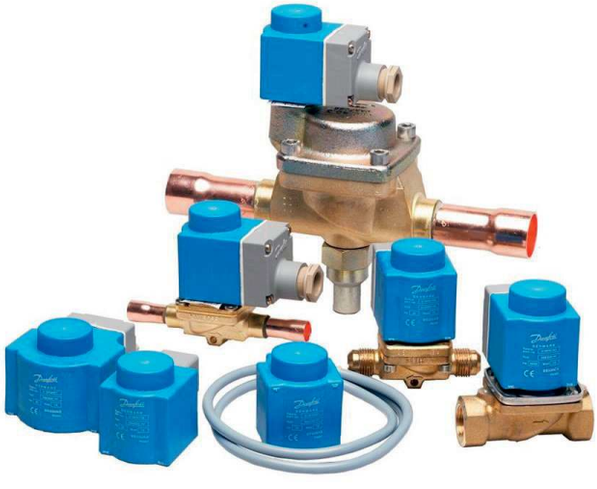
Puhallinlauhditin

Välillisissä järjestelmissä höyrystiminä voidaan käyttää myös levylämmönsiirtimiä. Tämä mahdollistaa höyrystimen pienen koon. Tyypillisiä kohteita ovat muun muassa maalämpöjärjestelmät ja vesi-ilmalämpösovellukset.

Lämmönsiirrin

MAGNEETTIVENTTIILIN toiminta on samanlaista kuin muissakin käytöissä, eli tarkoituksena on sulkea ilman, nesteen tai höyryn virtaus. Pääasiallinen käyttötarkoitus on mittareiden suojaaminen. Käyttämällä magneettiventtiiliä ennen mittaria voidaan vikatapauksessa mittari vaihtaa helposti. Magneettiventtiilin ohjaaminen tapahtuu sähköisesti joko 24 V:n tai 230 V:n kelajännitteellä. Putkisto voidaan liittää magneettiventtiiliin kupariliitososaan joko laippaliitoksella tai juottamalla.

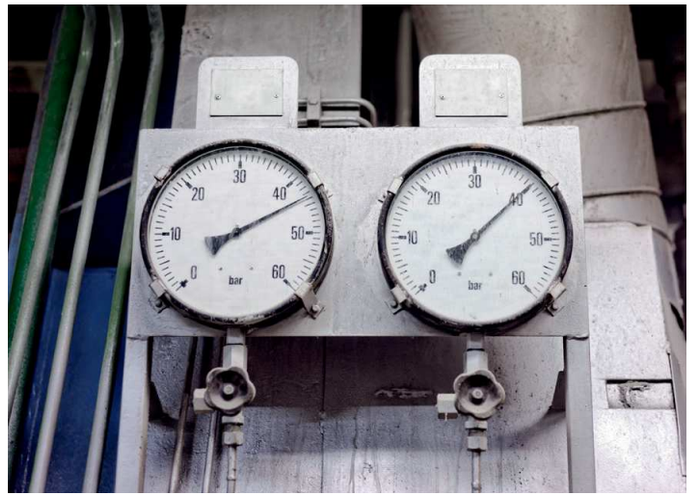
Varmista huoltotöissä aina, että vanha osa vastaa ominaisuuksiltaan uutta korvattavaa osaa.



Magneettiventtiileitä kylmälaitteille (kuva: Danfoss)

MITTARIT. Kylmälaitoksessa käytetään laitoksen toiminnan seuraamiseen erilaisia kiinteitä mittalaitteita. Painemittareissa on bar- tai MPa-asteikko. Toisissa mittalaitteissa voidaan esittää myös paineen mukainen kylmäaineen lämpötila. Huoltomittarisarjoissa on paineasteikon vieressä myös vastaavan paineen lämpötila.

Varmista aina, että painemittarit on tarkoitettu oikealle kylmäaineelle.



Kylmälaitoksen mittareita

PAINEENSÄÄTIMIÄ käytetään muun muassa suojaamaan kompressoria liian suurelta imupaineelta, varolaitteena estämään liian pienen höyrystinpaineen ja pitämään lauhdutin- ja varaajapaineen riittävän suurena. Paineensäätimien asennuskohta määräytyy käyttötarkoituksen mukaan.

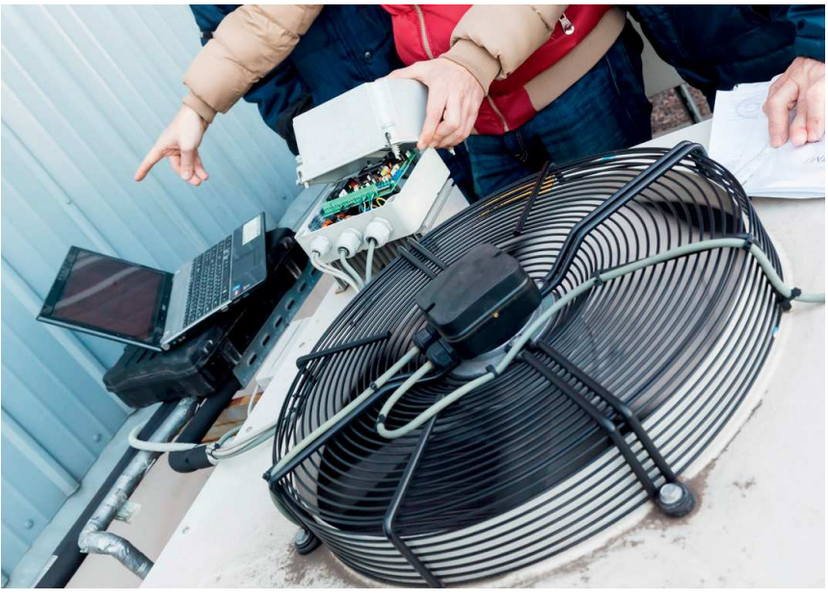
Paineensäädin (kuva: Danfoss)

PAINEKYTKINTÄ käytetään käynnistämään ja pysäyttämään kompressoria ja puhaltimia. Lisäksi painekytkintä käytetään suojaamaan kompressoria. Toiminnaltaan painekytkin on nimensä mukaisesti paineen mukaan ohjattava sähköinen kytkin.

PAISUNTAVENTTIILIN tehtävänä on säätää kylmäaineen ruiskutusta höyrystimeen.

Paisuntaventtiileitä (kuva: Danfoss)

PUHALTIMIA käytetään kylmätekniikassa tehostamaan ilmankiertoa laitteistossa niin höyrystimissä, lauhduttimissa, kompressoreissa kuin itse kompressorihuoneen ilmanvaihdossa. Esimerkiksi ilma- tai vesilämpöpumput eivät pystyisi toimimaan painovoimaisella ilmankierrolla, vaan ne tarvitsevat avukseen tehokkaan puhaltimen.



Lauhduttimen puhallin

SUODATINKUIVAIMELLA on tärkeä rooli kylmäainekierrossa. Suodatin kerää kylmäaineesta pois epäpuhtauksia, jotka heikentäisivät kylmälaitoksen tehoa. Kuivain taas nimensä mukaisesti poistaa kylmäaineesta kosteutta. Suodatinkuivaimen toiminnan seuraamista varten tarvitaan myös näkölasi, josta voidaan nähdä kylmäaineessa olevan veden määrä.

Muita suodattimia ovat imusuodatin ja palamisjätesuodatin. Imusuodatinta käytetään estämään epäpuhtauksien pääsy kompressoriin kylmäaineen mukana. Jos laitoksen kompressori on palanut, asennetaan putkistoon palamisjätesuodatin, joka poistetaan putkistosta happojen keräämisen jälkeen.

Suodatin on vaihdettava aina, jos kylmäputkistoon tehdään huoltoja ja komponenttien vaihtoja.

Suodatinkuivaimia (kuva: Danfoss)

TERMOSTAATTI on lämpötilaohjauksinen sähköinen kytkin. Termostaatissa on kapillaariputki, jolla lämpötilaa valvotaan. Termostaatilla ohjataan kompressori käyttöön ja pois valitun lämpötilan mukaan.

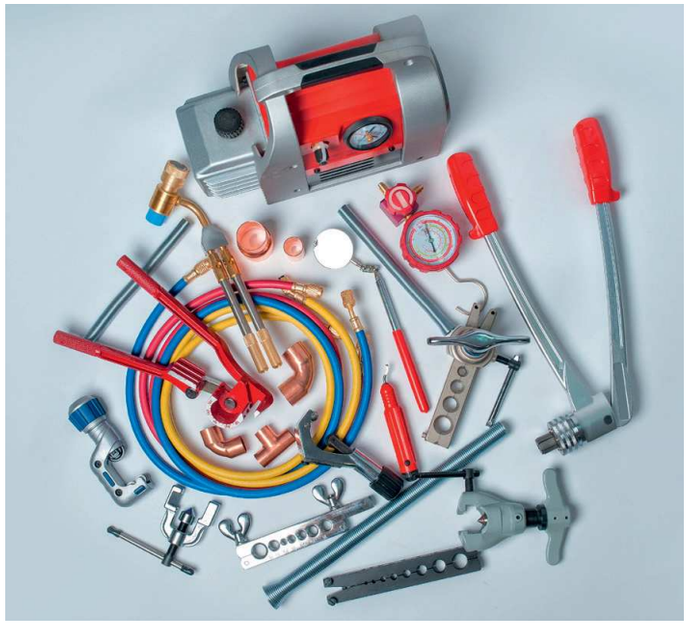
Termostaatti (kuva: Danfoss)

NESTELASISTA voidaan havainnoida, onko kylmäaineen seassa kaasukuplia, mistä voidaan karkeasti päätellä kylmäaineen määrän riittävyys.

Nestelasi (kuva: Danfoss)

ÖLJYNEROTINTA käytetään erottamaan öljyä kylmäaineesta, jolloin laitoksen teho pysyy suurena. Öljynerotinta käytetään yleensä usean kompressorin laitoksissa.

Öljynerotin (kuva: Danfoss)



Kylmätekniikan työkaluja

Kylmäkomponenttien ja -putkistojen asentaminen

Kylmäputkiston asentaminen vaatii ammattitaitoa ja huolellisuutta. Putkipituudet ja halkaisijat eivät saa poiketa suunnitelluista mitoituksista. Suunnittelijoiden pitäisi myös pyrkiä mahdollisimman lyhyisiin putkipituuksiin, koska silloin kylmäainevuotoriski on pienempi. Kylmäputkien eristämiseen pitää kiinnittää erityistä huomiota, koska huonosti eristettyihin kylmäputkistoihin tiivistyvä vesi voi ajan kuluessa aiheuttaa rakenteille vaurioita.

TYÖKALUT. Kylmälaitoksen rakentamisessa tarvitaan erikoistyökaluja. Esimerkiksi putkiston tyhjiöimisessä tarvitaan kylmäaineen mukaisia paine- ja tarkkuusmittareita. Putken katkaisuun käytetään putkileikkureita. Rautasahalla ei kylmäputkia saa katkaista, koska sahausjätettä voi joutua putken sisälle ja sitä kautta kompressoriin.

PUTKILIITOKSEN TEKEMINEN. Putkiliitos voidaan tehdä joko laippaliitoksella tai kovajuottamalla. Kovajuottaminen on luotettavampi tapa liittää kylmäputket toisiinsa, koska laippaliitos saattaa vuotaa lämmönvaihteluiden takia. Ilmalämpöpumppujen putkistot ja esimerkiksi ison järjestelmän paisuntaventtiili taas liitetään tyypillisesti laippaliitoksella, koska se on silloin helpompi vaihtaa.

Laippaliitoksen tekemiseen tarvitaan erikoistyökalu, jolla hehkutetun kupariputken pää levitetään kartion malliseksi. Levitetty kupariputki toimii samalla tiivisteenä, kun putki liitetään vastakappaleen kartioon. Laippaliitos on tarkistettava ennen kiinnitystä, koska huonosti tehty laippaliitos vuotaa herkästi. Laippaliitokseen on annettu maksimikiristysmomenttiarvot, joita ei saa ylittää. Kiristykseen on ainakin alussa tarpeen käyttää momenttiavainta.

KUPARIPUTKEN KÄSITTELY JA ASENTAMINEN. Pääsääntöisesti kylmäputkisto liitetään juottamalla, joten työssä pitää ottaa huomioon tulityömääräykset. Putken käsittelyssä pitää olla huolellinen eikä suljettuja putkenpäitä saa tarpeettomasti avata ilmankosteuden vuoksi. Kylmäputkiston materiaalina ei saa käyttää tavallista vesijohtolaatua, vaan kupariputken on oltava kylmäputkistoon tarkoitettua. Asennustyön aikana pitää siis huolehtia siitä, että putkisto pysyy ehdottomasti puhtaana. Kylmäputkisto on myös eristettävä kondensoitumisen estämiseksi.

Eristettyjä putkia

KÄLMÄAINEPUTKISTON KÄYTTÖÖNOTTO. Kylmäaineputkistolle tulee suorittaa koeponnistus ylipaineella, joka on määritelty laitoksen kylmäaineen mukaan. Koeponnistus tehdään typellä. Isommissa laitoksissa tyhjiöiminen voi kestää jopa päiviä. Tyhjiöimisen ideana on se, että vesi kiehutetaan höyryksi alhaisessa paineessa ja poistetaan järjestelmästä.

Kupariputken juottamista

1. Laadi taulukko valitsemiesi eri aineiden lämpötiloista sekä kelvin- että celsiusasteina.

2. Mittaa lämpötila kiehuvasta vedestä ja hiilihappojäästä.

3. Etsi internetistä tietoa: Mistä kelvin- ja celsiusasteikot tulevat. Entä mikä on suprajohde, ja mitä hyötyä siitä voisi olla?

4. Totea työsalissa esimerkiksi 400 W:n lämmityspatterin ottama todellinen teho tunnissa (virta mitataan pihtivirta- tai yleismittarilla).

5. Selvitä, miten kilowatit (kW) muutetaan hevosvoimiksi (hv).

6. Ota kylmä (pakkasesta, sopivasti jäähdytetty) lasinpalanen, lasipullo tai vastaava esine, tuo se huoneenilmaan ja tutki lasin pintaan tiivistyvää ilmankosteutta. Mistä ilmiö johtuu?

7. Laske, kuinka paljon 100 m:n pituinen metallikappale venyy, kun lämpötila nousee 10 °C.

---

8. Poista työsalissa moottorin akselin laakeri joko lämmittämällä runkoa tai jäähdyttämällä laakeria (esim. kylmäspray).

9. Etsi tietoa ja tee taulukko yleisimmistä eri materiaalien (esim. alumiini, kupari, rauta, hopea, PVC-muovi) lämpölaajenemiskertoimista.

10. Selvitä, mitä eroa on kylmäalan asentajan pätevyyden ja vastuuhenkilön pätevyyden vaatimuksissa.

---

11. Tutki eri kylmäaineiden seossuhteita ja tee niistä yhteenvetotaulukko.

12. Tutki esimerkiksi R410A-kylmäaineen käyttöturvallisuustiedotetta ja listaa tärkeimmät aineen käyttöön liittyvät vaaratekijät (ohjaaja antaa käyttöturvallisuustiedotteen).

13. Tutki, miten oppilaitoksessanne käytössä olevat kylmäaineet on varastoitu, ja listaa mahdolliset epäkohdat.

14. Tee taulukko eri kylmäaineiden kanssa käytettävistä öljyistä.

15. Tee juotosharjoituksia kylmäputkilla.

16. Tee taulukko eri valmistajien termostaattityypeistä ja toiminta-arvoista.

17. Tee annetun kylmälaitteiston koeponnistus typellä, kylmäaineen talteenotto, kylmälaitteiston tyhjiöiminen ja kylmäaineen lisäys.

5.
SÄHKÖTEKNIIKKA

Perusteet

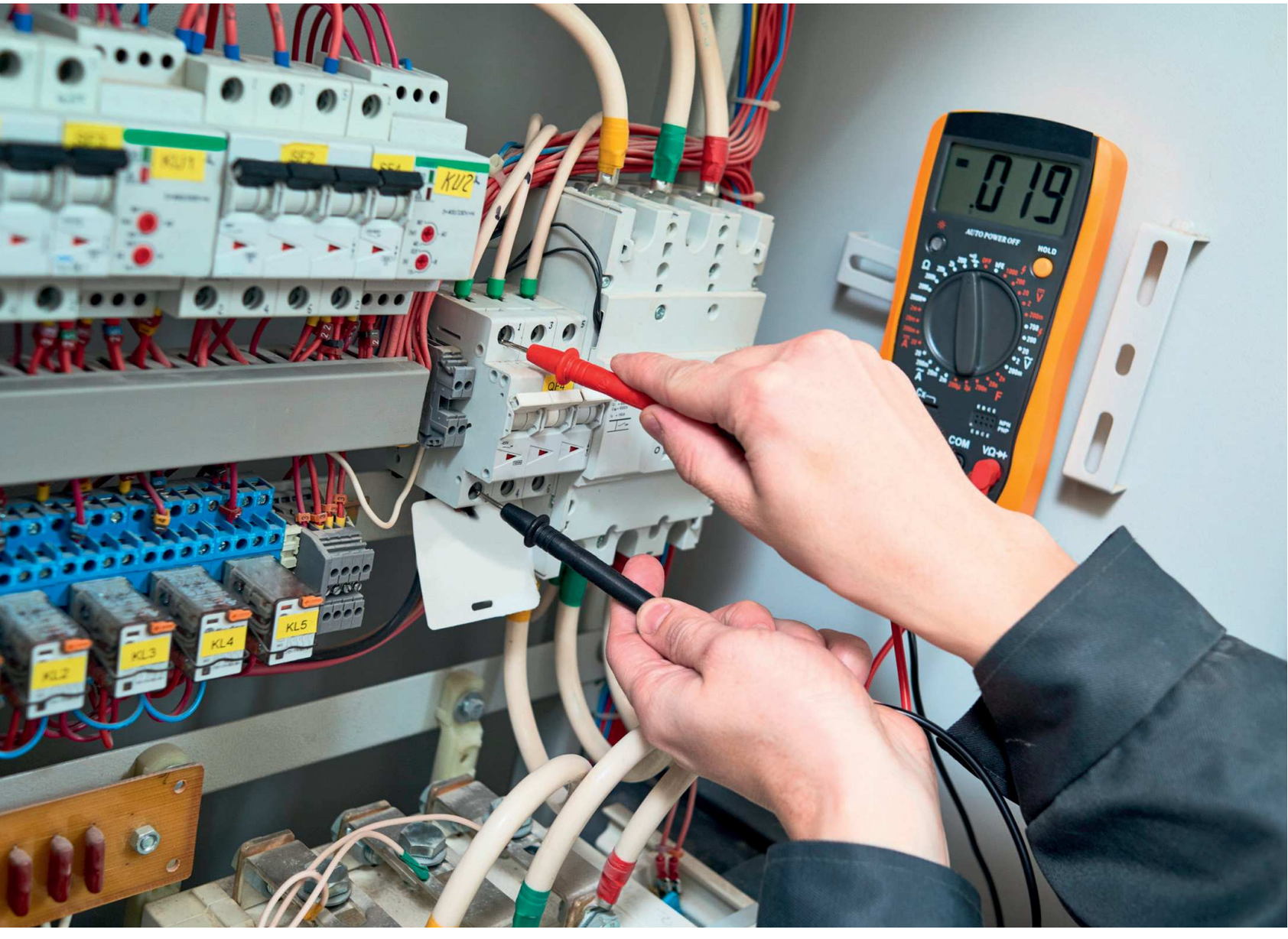
Talotekniikan ammattilaiselta edellytetään myös sähkötekniikan perusosaamista. Jo sähköporavasaran liitäntäkaapelin korjaamiseen liittyy sähköturvallisuutta koskevia vaatimuksia.

Jäähdytyslaitteistoissa on yhä enemmän automatiikkaa ja myös sähkötekniikkaa. Ilmastointiasentajan taas on hyvä ymmärtää, miten sähkömoottori toimii, ja putkiasentajan on ymmärrettävä ohjaus- ja säätölaitteiden toimintaa. Kylmäasentajan on suoritettava SP3-pätevyys, jotta hän voi toimia urakoitsijana kylmäalalla.

Tämän luvun tarkoituksena on perehdyttää opiskelija sähkötekniikan perusasioihin. Tärkeintä on hallita ja ymmärtää jännitteen, virran ja resistanssin merkitys, koska näitä taitoja tarvitaan harjoituksissa ja myöhemmin työelämässä. Pääpaino on passiivikomponenteissa (vastus), mutta nykyaikainen tekniikka on myös täynnä puolijohdetekniikkaa, joten syventävissä opiskelumateriaalissa käsitellään myös puolijohteita.

Sähkötekniikan perusteissa käsitellään sekä tasasähköä että vaihtosähköä käytännönläheisillä esimerkeillä. Lisäksi perussähkötekniikan pohjana oleva ja moottoreihin liittyvä magnetismi käsitellään omassa osassaan.

> Magnetismi on kaiken sähkötekniikan perusta.



Sähkötyöturvallisuus

Sähkötyöturvallisuuskoulutus mahdollistaa pienimuotoiset sähkön asennusharjoitukset työtiloissa opettajan valvonnassa. Koulutuksessa käydään läpi sähkön vaarallisuus, sähköalan hierarkia, sähköpätevyyksien merkitys, oikeiden työvälineiden käyttö ja se, mitkä työt kuuluvat ammattilaisille ja mitä voi tehdä itse (maallikkotyöt).

Sähkövirran vaikutus ihmiseen on hyvin yksilöllistä. Jo hyvin pieni sähkövirta kehossa voi varsinkin lapsilla ja vanhuksilla aiheuttaa vakavia oireita. Oireiden vakavuuteen vaikuttavat virran kulku, suuruus ja vaikutusaika kehossa. Jo 10 mA:a suuremmat virrat aiheuttavat lihaksissa kouristuksia, ja suuremmat virrat voivat aiheuttaa jopa kuoleman. Suomessa kuolee vuosittain sähkötapaturmissa 1–3 henkilöä.

SÄHKÖTAPATURMAN SATTUESSA

1. Katkaise virta ja irrota uhri eristeaineisella esineellä.
2. Tarkista uhrin tila (tuntuuko syke).
3. Hälytä apua. Soita numeroon 112 ja toimi saamiesi ohjeiden mukaan.
4. Aloita elvytys.

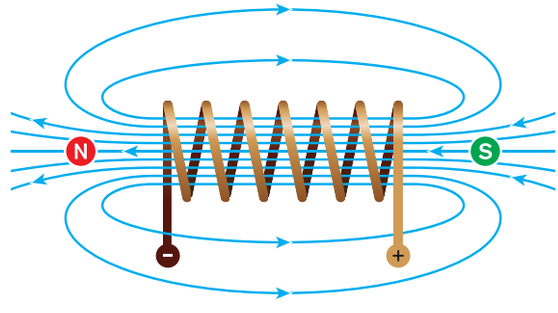
Sähkön olemus

Nykyihmiselle eli sähkön kuluttajalle sähkön luotettava saanti on lähes selviö. Oikeastaan vasta sähkökatko herättää ajattelemaan ongelmia, kun sähkönsaanti hetkellisesti loppuu. Lisääntyneet myrskyt eri vuodenaikoina ovat lisänneet sähkökatkojen kestoa ja lukumääriä, mikä on aiheuttanut haasteita sähköyhtiöille. Verkonhaltijalla on velvollisuus hoitaa sähköverkon ongelmat mahdollisimman nopeasti kuntoon.

Ihminen onnistui saamaan sähköä ensimmäisen kerran hankaamalla meripihkasauvaa nahan palalla. Kyse oli siis staattisesta sähköstä. Muita sähkön muodostamisen tapoja ovat kosketussähkö, induktiosähkö ja fotosähkö.

Hankaussähköä syntyy esimerkiksi hiusten ja hatun välisestä hankauksesta.

Erilaisilla kokeilla on havaittu, että on olemassa kahdenlaisia sähkövarauksia: positiivisia ja negatiivisia. Varauksia kutsutaan positiivisiksi ja negatiivisiksi sen takia, että niiden ominaisuudet ovat toisilleen vastakkaiset. Elektronit pysyvät radoillaan ytimen ympärillä satelliittien tavoin. Keskihakuvoiman aiheuttaa ytimen ja elektronin välinen vetovoima. Kun atomista poistetaan tai siihen lisätään elektroneja, atomin sanotaan ionisoituvan. Positiiviset ja negatiiviset varaukset eivät tällöin ole enää tasapainossa vaan atomi vaikuttaa ulospäin positiivisesti tai negatiivisesti varautuneelta. Elektronien poistaminen edellyttää energian tuomista atomiin. Lisäys vapauttaa energiaa. Kun atomista poistetaan yksi tai useampi elektroni, siitä tulee positiivinen ioni eli kationi.

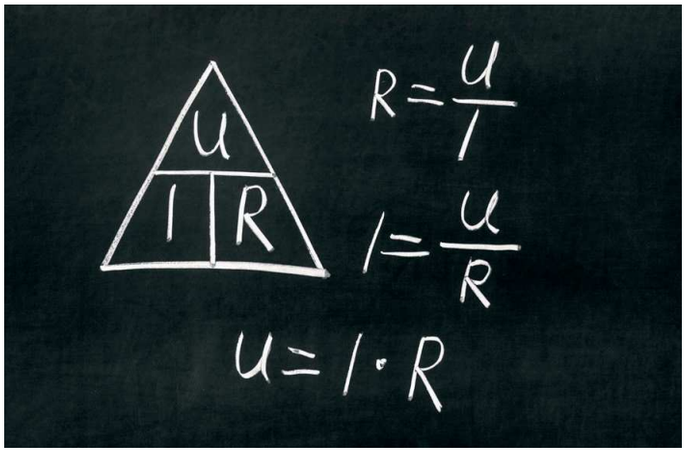


Magneettikenttä

Tasasähkö, DC (Direct Current)

Tasasähköllä tarkoitetaan sähköä, jossa jännitetaso tai virta on lähes vakio, ellei niitä erikseen säädetä. Tasasähkölaitteet ovat usein akkukäyttöisiä, tai niitä syötetään vakiovirta- tai -jännitelähteellä, joka vastaa ominaisuuksiltaan akun virtaa tai jännitettä. Yksinkertaisimmillaan tasasähkölaitteita säädetään jännitettä säätämällä.

OHMIN LAKI on sähkötekniikan peruslaki, jota sovelletaan tavalla tai toisella lähes kaikissa sähkötekni-sissä suunnitelmissa, laskelmissa ja analysoinneissa. Talotekniikan ammattilainen joutuu esimerkiksi mittaamaan, toimivatko työmaan ulkotila-anturit tai onko kiertovesipumppu toiminnassa (jännitteinen). Myös moottoreiden kunnon selvittäminen tulee työmailla eteen. Tällöin tarvitaan yhtä lailla mittalaitteiden hallinnan osaamista mutta myös Ohmin lain soveltamista.



Ohmin laki

Resistanssi = *R*, yksikkö Ω (ohmi), Jännite = *U*, yksikkö V (voltti), Virta = *I*, yksikkö A (ampeeri), Teho = *P*, yksikkö W (watti)

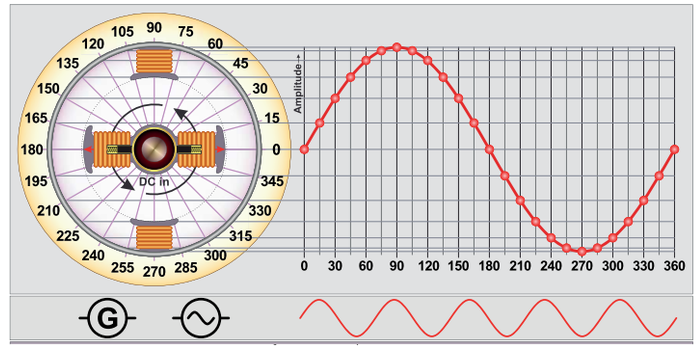
Tehon laskenta kuuluu myös Ohmin lain piiriin. Sen laskentakaava on myös yksinkertainen: $P = UI$. Molempia kaavoja voi myös yhdistellä, kunhan muistaa laskusäännöt. Sijoittamalla toiseen yhtälöön toisesta yhtälöstä kaavoja lainalaisuudet säilyvät.

KIRCHHOFFIN JÄNNITE- JA VIRTALAKI. Kirchhoffin virtalain mukaan sähkövirtaa ei tule tai synny pisteeseen enempää kuin pisteestä poistuu. Tämä tarkoittaa, ettei sähkövirtaa voi hävitä mihinkään. Kyseistä ilmiötä käytetään hyväksi vianhaussa.

Kirchhoffin jännitelain mukaan taas energia säilyy. Virtapiirissä yhteenlaskettujen potentiaalierojen summa on sama kuin jännitelähteestä lähtevä jännite.

Vaihtosähkö, AC (Alternating Current)

Tasasähkötekniikassa on totuttu siihen, että +/– on aina vakio, jonka suuruus on ilmoitettu. Vaihtovirrassa nämä kaksi elementtiä taas vaihtavat puoltaan jatkuvasti. Esimerkiksi Suomessa käytössä oleva 50 Hz:n taajuus tarkoittaa, että sähkö vaihtaa puolta 50 kertaa sekunnissa. Sähköllä on siis positiivinen ja negatiivinen puolijakso. Vaihtosähköstä puhuttaessa ei voidakaan sivuuttaa siniaallon merkitystä eikä myöskään kolmivaihetekniikkaa.



Siniaalto ja sen muodostuminen

Ohmin lakia käytetään myös vaihtovirralle, jossa *R*:n (resistanssi) tilalle asettuu *Z* (impedanssi). Tämä johtuu siitä, että vaihtosähköllä mukaan tulee muitakin sähköisiä komponentteja, jolloin resistanssi ei ole enää puhdasta eli resistiivistä.

$U = ZI$

Vaihtosähkötekniikassa resistanssin sijaan puhutaan aina impedanssista. Vaihtosähkötekniikassa piirin resistanssin lisäksi piirissä vaikuttaa aina piirin reaktanssi. Piirissä vaikuttavat sähköiset suureet *U*, *Z* ja *I* kuvataan usein niin sanottuina kompleksilukuina.

Piirissä vaikuttavien komponenttien vuoksi, virran ja jännitteen välillä vaikuttaa vaihe-ero, jota kutsutaan vaihesiirtokulmaksi. Piirissä vaikuttavan reaktanssin suuruus on riippuvainen piirissä vaikuttavista kapasitanssista, induktanssista ja taajuudesta.

Kolmivaihetekniikka

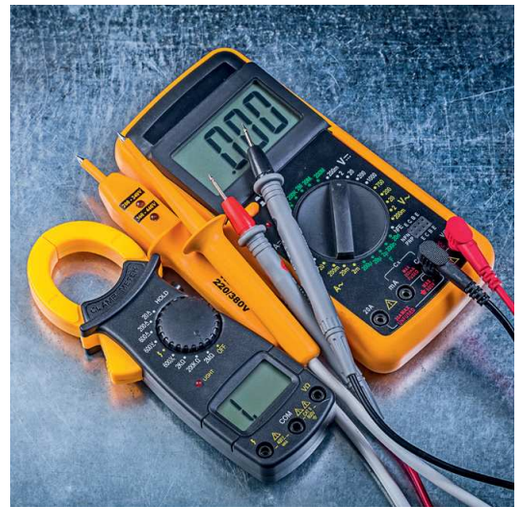
Kolmivaihesähkö eroaa yksivaiheisesta sähköstä siinä, että rinnakkaisissa vaihejohtimissa on toisiinsa nähden 120°:n kulmassa oleva sinimuotoinen jännite. Vaiheita on siis kolme. Generaattorissa on helppoa tuottaa kolmivaiheista sähköä. Vaihejohtimista käytetään yleisesti nimityksiä L1, L2 ja L3. Lisäksi moottorikaapelissa on suojamaadoitusjohdin, jonka erottaa kelta-vihreästä väristä.

Suojamaadoitusjohdinta (KE-VI) ei saa koskaan käyttää muuhun kuin suojamaadoitukseen!

Mittaustekniikka

MITTALAITTEET. Yleismittari on ehkä yleisimmin käytettävä mittaväline, kun halutaan mitata sähköisiä suureita käytännön kohteista. Yleismittarin käyttö vaatii kuitenkin tietämystä mittausasetelmista ja mittaustulosten analysoinnista. Sähkötekniikan perusasiat on hallittava ennen mittaustehtäviin ryhtymistä. Lisäksi mittalaitteiden käytön edellytyksenä on sähkötyöturvallisuuskokeen suorittaminen.

Mittalaitteille on asetettu Suomen markkinoilla vaatimuksia sähköturvallisuuden kannalta, joten mittalaitteessa on oltava merkintä CAT-luokituksesta, joka kertoo, missä kohteissa mittalaitteita saa käyttää.



Sähkötekniikan mittareita

CAT-LUOKITUS:

CAT1 = Mittalaittetta käytetään ainoastaan elektroniikan mittauksissa

CAT2 = Mittalaittetta käytetään ainoastaan pienoisjännitelaitteistoissa

CAT3 = Mittalaittetta käytetään jakelutasolla ja jakelumuuntajan jälkeisiin asennuksiin

CAT4 = Mittalaittetta käytetään > 1 kV:n asennuksissa.

Jännitteenkoetin (testeri) on asentajan tärkein mittaväline, kun halutaan mitata ja varmistaa jännitteettömyys kohteessa tai mitata jännitteen taso. Jännitteenkoettimen käyttö vaatii tietämystä mittausasetelmista. Jännitteenkoetin on mittalaitteena hieman pelkistetympi kuin yleismittari, mutta sillä saa mitatuksi tärkeimmät sähkösuureet. Myös mittalaitteen käyttö on tehty mahdollisimman yksinkertaiseksi. Ennen mittaustehtäviin ryhtymistä on hallittava sähkötekniikan perusasiat. Lisäksi mittalaitteiden käyttö edellyttää sähkötyöturvallisuuskokeen suorittamista.

Jännitteenkoetin

Muista mitata työkohteen jännitteettömyys aina ennen sähkötöiden aloittamista.

Lämpötilojen havainnointiin käytetään yhä enemmän lämpömittareita. Lämpötilojen mittausten avulla pystytään esimerkiksi varmistamaan nopeasti, toimiiko esimerkiksi lämmityslaitteiston säätöautomatiikka luotettavasti. Halvimmat mittalaitteet ovat edullisia infrapunamittalaitteita, joilla pystyy mittaamaan hyvinkin tarkasti pistemäisen lämpötilan.

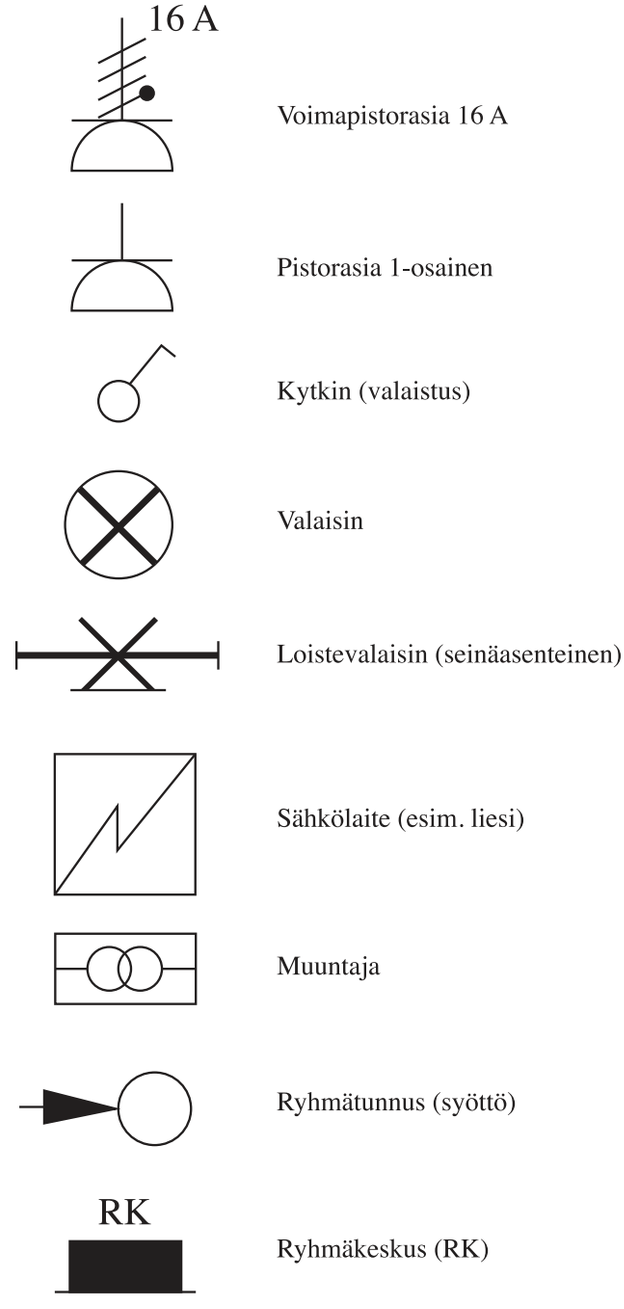
Infrapunalämpömittari

Lämpökamera edustaa hieman kehittyneempää tekniikkaa ja mahdollistaa hyvin monipuoliset lämpötilojen analysoinnit kohteessa.

Lämpökameran oikea käyttö ja tulosten oikea analysointi vaativat laitteiston käyttökoulutuksen. Lämpökameran kuvaa voi helposti tulkita väärin.

Talotekniset sähköpiirustukset

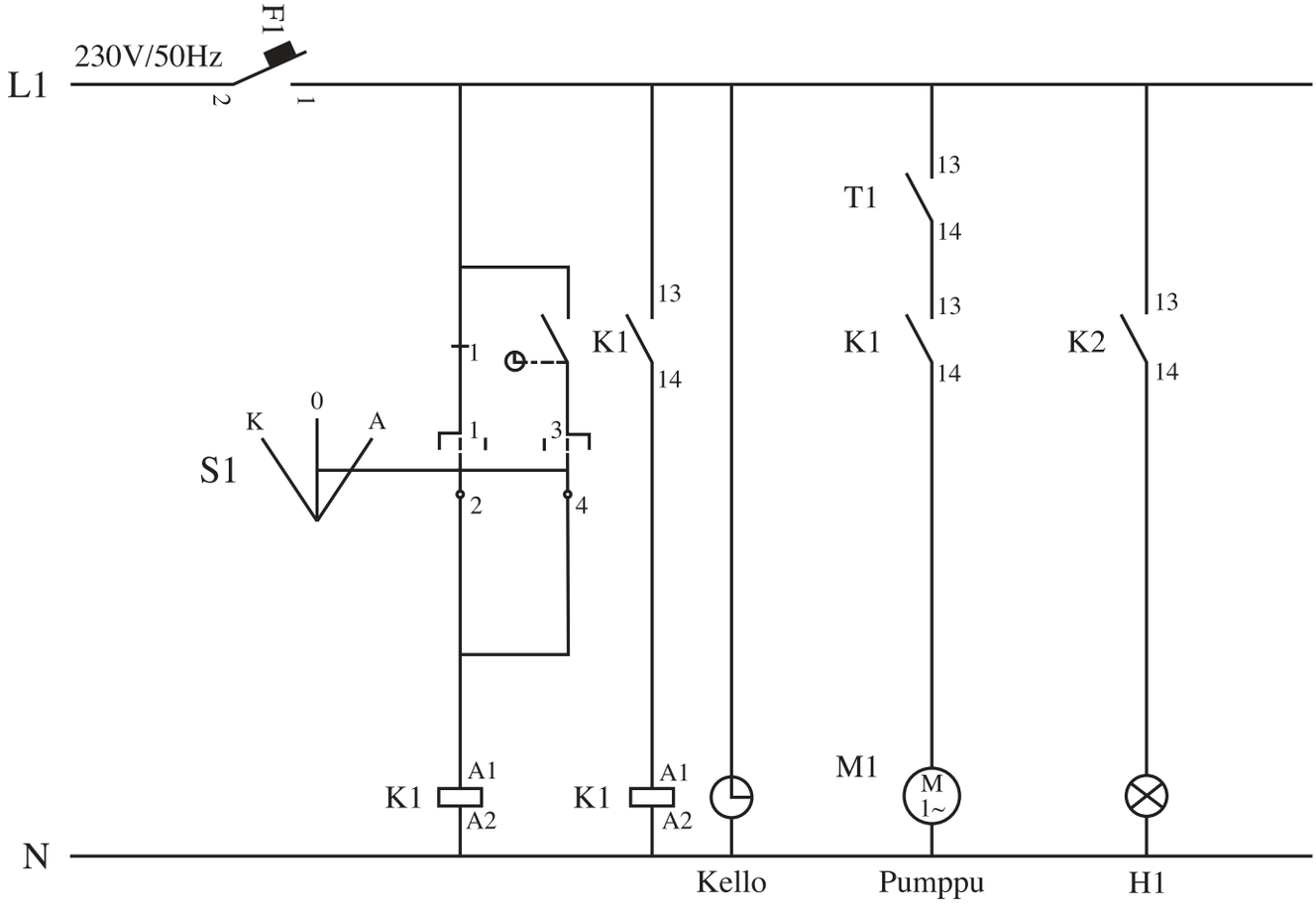
Talotekniikan ammattilaisen on ymmärrettävä työmaalla muidenkin ammattiryhmien piirustuksia, koska rakennustyömaalla työskentelee samaan aikaan eri ammattialojen edustajia. Jo läpivientien sovittaminen voi olla haastavaa, jos asioista ei ole yhteistä käsitystä. Työmaalla onkin tärkeää keskustella rakentavasti ja hallita muidenkin ammattiryhmien piirustusten lukeminen.



Yleisimmät piirrosmerkit

Ohjauspiirikaavio

Talotekniikan ammattilaisen on ymmärrettävä myös ohjauspiirikaavioita. Jo vähäiselläkin ohjauspiirikaavion tulkinnalla voi ratkaista isoja ongelmia. Jos esimerkiksi sähkömoottori on tuntemattomasta syystä pysähtynyt, voidaan sen ohjauspiirikaavion avulla nopeasti selvittää, mitkä tekijät vaikuttavat moottorin ohjaukseen.



Ohjauspiirikaavio

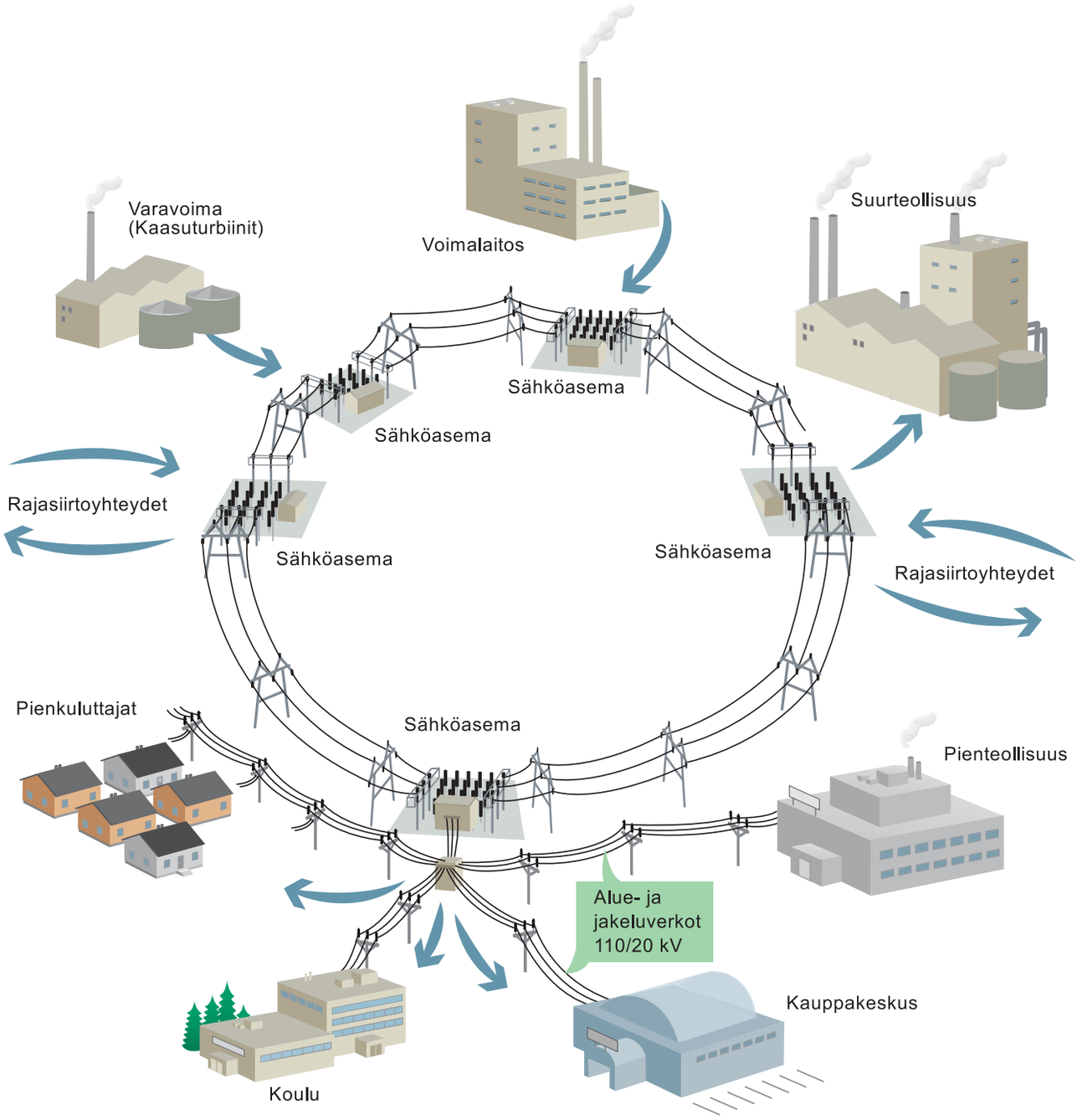
K1	pumpun ohjauskontaktori
K2	lamppu H1 ohjausrele
S1	käsi-o-automaatti ohjauskytkin
F1	johdonsuoja-automaatti
L1	vaihe L1
T1	kellon ohjauskärki
M1	1-vaiheinen pumppu/moottori

Rakennuksen sähköverkon rakenne, komponentit ja asennustavat

SÄHKÖVERKON RAKENNE. Sähkö tuotetaan kantaverkkoon generaattoreilla, joita pyöritetään joko höyryturbiinilla tai dieselmoottorilla. Vesivoimalla voidaan käyttää suoraan generaattoreita mutta ydinvoimalla vesi lämmitetään ensin höyryksi, joka pyörittää höyryturbiinia.

Sähköverkko muodostuu suurjänniteverkosta ja muuntajien jälkeisistä pienjänniteverkoista. Kotitalouksissa käyttöjännite on pienennetty 0,4 kV:n suuruiseksi. Tämä jännite saadaan kahden vaiheen väliltä, ja 230 V on yleisin kotitalousjännite, joka saadaan yhden vaiheen ja nollan väliltä.

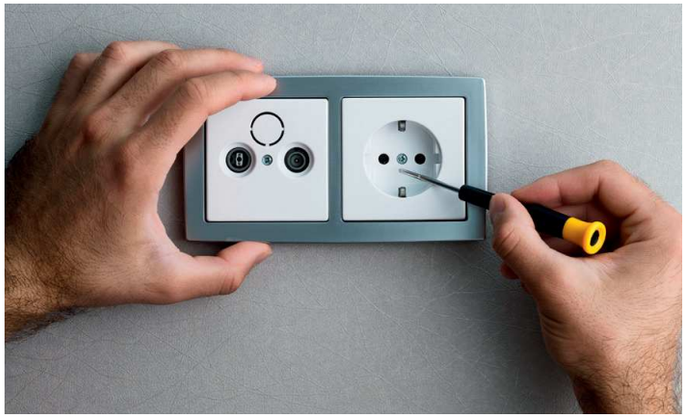
Pistorasiasta saatavan jännitteen suuruus on 230 V (vaiheen ja nollan väliltä), ja voimapistorasiasta saatava jännite on 400 V (kahden vaiheen väliltä).



Sähköverkon rakenne

ASENNUSKOMPONENTIT JA MATERIAALIT. Talotekniikan ammattilaisen on tunnettava ja tunnistettava myös sähköasennustarvikkeiden tärkeimmät pääkomponentit. Koulutus- ja pätevyystasonsa mukaan esimerkiksi putkiasentajat kiinnittävät usein antureita ja turvakytkimiä ja mahdollisesti kytkevät moottoreita, kiertovesipumppuja ja lämmitysvastuksia.

Asennustarvikkeisiin kuuluvat asennuskaapelit, asennuskalusteet, turvakytkimet, ohjauskomponentit, kotelot ja liittimet. Lisäksi kiinnitystarvikkeissa on poikkeavuuksia verrattuna talotekniikan kiinnitystarvikkeisiin. Asennukset on tehtävä huolellisesti ja siististi.



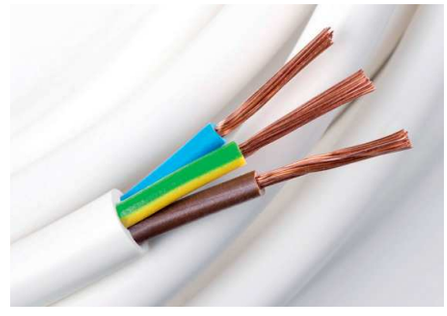
Asennuskaluste

Vianhaku käynnissä

ASENNUSKAAPELIT. Yleisimmät asennuskaapelit ovat MMJ-tyyppiset (tyypillisesti valkoinen) ja maakaapeleista MCMK-kaapelit (musta). Ohjauskaapeleina käytetään tyypillisesti KLM- tai MHS-kaapeleita (harmaa) tai paremmin suojattuja instrumentointikaapeleita (KJAAM tai JAMAK). Sähkömoottoreita voidaan syöttää joko MCMK-kaapeleilla tai paremmin suojatulla MCCMK-kaapelilla. MMJ-kaapeli on PVC-vaippainen kaapeli, jonka poikkipinta-alat alkavat 1,5 mm^2:sta. Maakaapeleissa MCMK-kaapeli poikkeaa MMJ-kaapelista siten, että siinä on konsentrinen kuparivaippa uloimmaisen suojavaipan alla. Ohjauskaapeleissa KLM- ja KLMA-kaapelien halkaisija on 0,8 mm ja MHS-kaapelien 0,5 mm.

Kaapeleita:

MMJ	kiinteän asennuksen muovivaippajohto, yleensä valkoinen, esim. 3x1,5S
MCMK	kuparimaakaapeli (uloimpana konsentrinen johdin), musta, esim. 4x1,5/1,5
KLM	merkinantokaapeli kiinteistöautomaatioon ja turvajärjestelmiin, esim. 4x0,8
MHS	puhelinsisäkaapelikaapeli, telesovelluksiin, esim. 5x2x0,5
KJAAM	parisuojattu instrumentointi-/ohjauskaapeli, esim. 2x(2+1)x0,5
JAMAK	sama kaapeli kuin KJAAM, mutta eri valmistajalta



MMJ-kaapeli

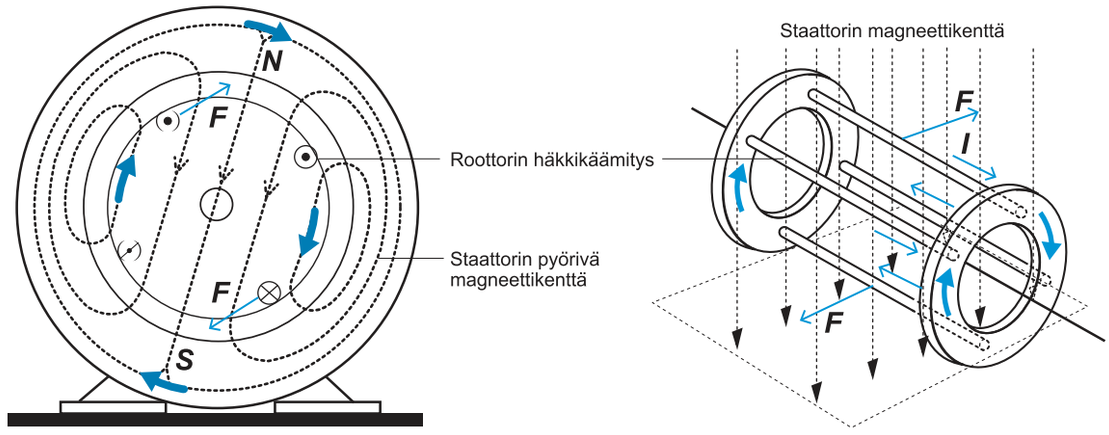
ASENNUSKALUSTEET. Yleisimpiä asennuskalusteita ovat kytkimet, pistorasiat, jakorasiat ja valaisimet. Asennusten harjoitteluun kuuluu komponenttien asennuksia, lähinnä pinta-asennuksina. Harjoitusten tarkoituksena on oppia tekemään ulkonäöltään siistejä asennuksia pinta-asenteisilla kalusteilla. Moottoriharjoituksissa lisänä on turvakytkimen asennus.

Vikavirtasuojakytkin

Rikkoutuneet asennuskalusteet on vaihdettava uusiin vastaaviin.

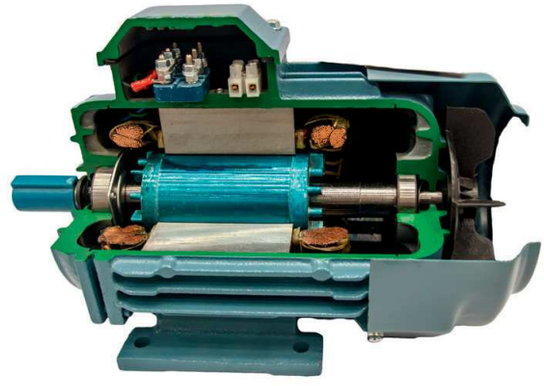
Sähkömoottorit

MAGNETISMI. Pyörivä magneettikenttä leikkaa roottorisauvoja ja indusoi niihin jännitteen, joka aiheuttaa roottorisauvoihin virran. Virta kulkee N-navan puoleisissa roottorisauvoissa meitä kohti ja S-navan puoleisissa sauvoissa meistä poispäin, minkä lisäksi roottorisauvoihin kohdistuvat voimat pyörittävät roottoria kentän suuntaan.



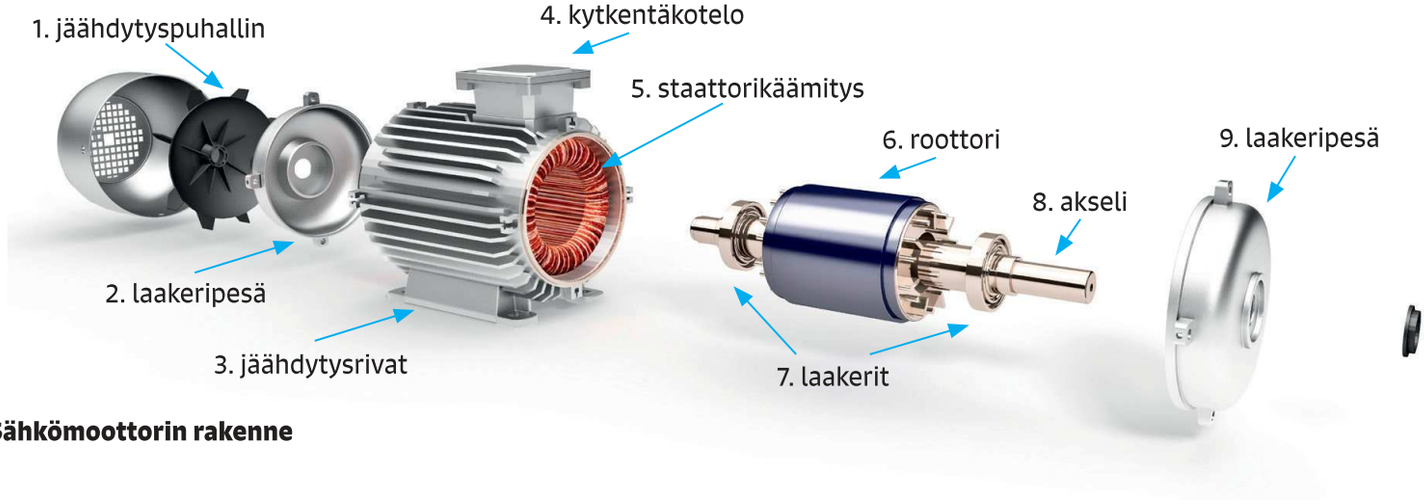
Sähkömoottorin staattorikäämi ja sen magneettikenttä

Jos staattorin magneettikenttä pyörisi vastapäivään, roottorisauvoihin indusoituva jännite aiheuttaisi roottorisauvoihin vastakkaissuuntaiset virrat, jolloin voimatkin kohdistuisivat roottorisauvoihin vastakkaissuuntaisina ja pyörittäisivät roottoria vastapäivään. Jotta roottorisauvoihin indusoituisi jännite, roottorin on pyörittävä staattorin kenttää hitaammin.

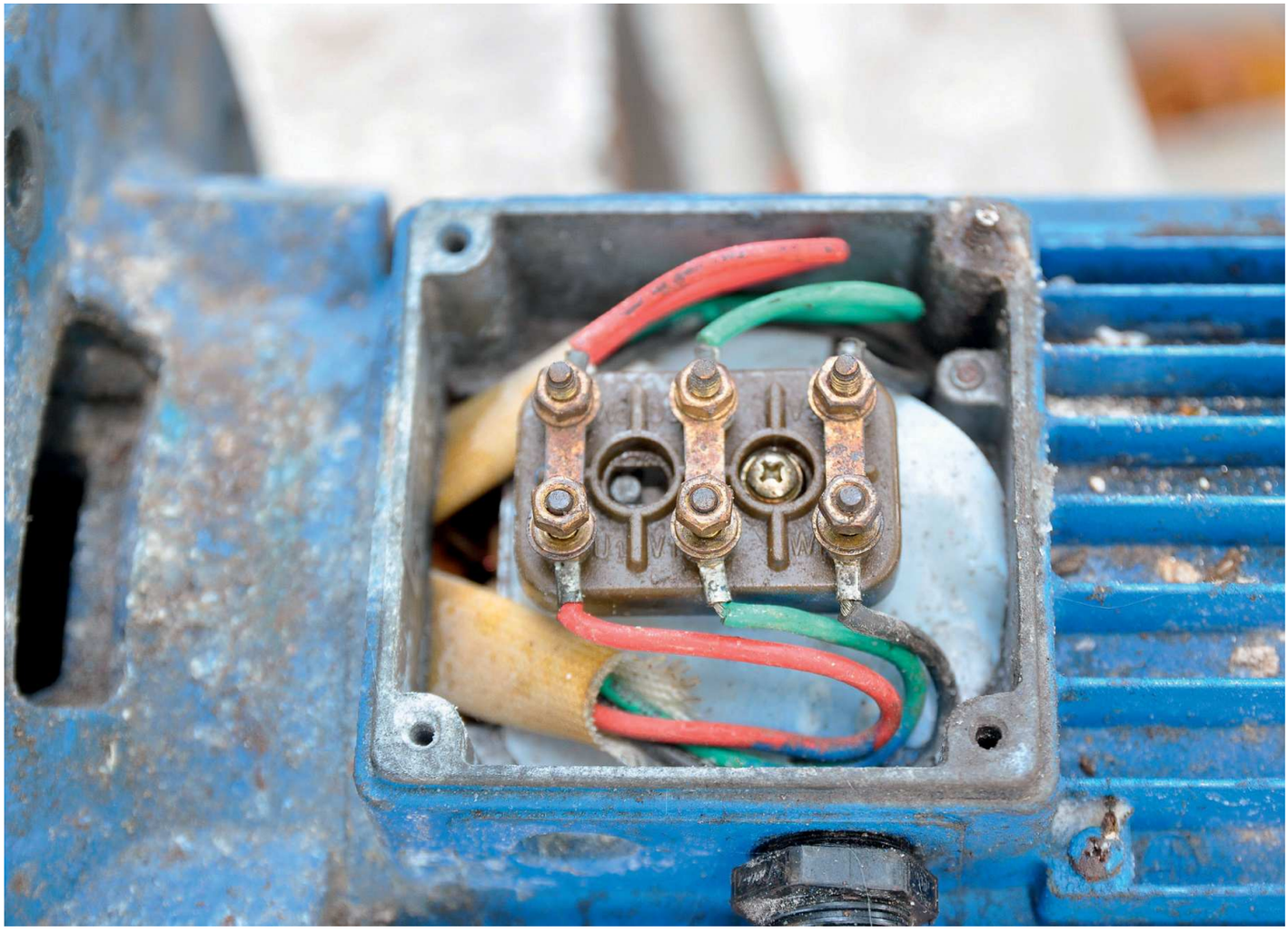


Sähkömoottori

OIKOSULKUMOOTTORIN TOIMINTA. Oikosulkumoottori on ehdottomasti yleisin moottori. Sitä kutsutaan myös epätahtimoottoriksi, koska sen roottorin magneettikenttä ei pysty seuraamaan staattorin pyörivää magneettikenttää. Moottorin huoltokohteita ovat muun muassa laakerit ja siivapyörät.

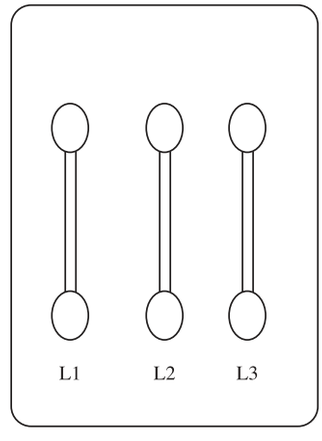


Sähkömoottorin rakenne

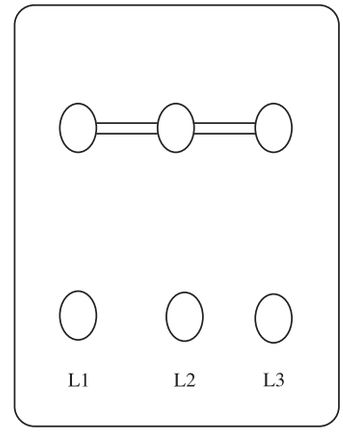


Sähkömoottorin kytkentä

SÄHKÖMOOTTORIN KYTKENTÄ JA OHJAUS. Sähkömoottori kytketään normaalisti joko tähteen tai kolmioon. Jos asentaja kytkee moottorin väärin, moottori saattaa vaurioitua tai ei toimi halutulla tavalla ja oikealla vääntökäyrällä.



Kolmiokytkentä



Tähtikytkentä

Sähkömoottorin huoltotoimet ja vianhaku

Sähkömoottorin mahdollisia vikakohtia voivat olla

- sähköinen vika (maavuoto, käämi vaurioitunut)
- mekaaninen vika (laakerivika)
- ulkokuoren likaisuus (jäähdytys ei toimi).

1. Kytketään sähkömoottori irti sähköverkosta esimerkiksi kytkemällä moottorin turvakytkin 0-asentoon, aukaisemalla sulake ja kytkemällä johdonsuoja-automaatti 0-asentoon. Näiden toimenpiteiden jälkeen lukitaan edellä mainitut toimilaitteet esimerkiksi lukolla tai langalla ja varustetaan ne ”Älä kytke Työ käynnissä” -kyltillä, johon on täytetty asettajan nimi ja päivämäärä.

2. Kokeillaan, pyöriikö moottori ilman kuormaa vapaasti ja kevyesti, ja varmistetaan, ettei roottori ota kiinni runkoon. Jos roottori ottaa kiinni runkoon, kyseessä on todennäköisesti myös moottorin mekaaninen laakerivika. Tämä ei kuitenkaan sulje pois myös sähköistä vikaa, ja vianhakua on jatkettava.

3. Todetaan sähkömoottorin jännitteettömyys mittarilla, jännitteenkoettimella tai muulla vastaavalla laitteella (muista varmistaa mittarin tai jännitteenkoettimen toimivuus).

4. Poistetaan mahdolliset oikosulkusillat. Kolmiokytkentäisessä moottorissa oikosulkusilta on normaalisti asennettu kytkentäliittimien yli, kun taas tähtikytkentäisessä moottorissa oikosulkukytkentä on käämien toisiopuolella poikittain. Ensiöpuolella on merkinnät U1,V1 ja W1 tai L1, L2 ja L3 (vanhemmissa moottoreissa R, S ja T). Staattorikäämien toisiopuolella on merkinnät U2, V2 ja W2 tai L4, L5 ja L6 (vanhemmissa moottoreissa U,V ja W). Merkinnät ovat merkkikohtaisia.

Varmista aina ennen sähkömoottorin käyttöönottoa, että kytkentä on tehty oikealle jännitteelle (selviää arvokilvestä).

5. Mitataan moottorin staattorikäämien kunto. Vastusarvojen tulisi kaikki olla samaa suuruusluokkaa. Pieniä heittoja voi kuitenkin olla moottorin koon mukaan. Yleisesti käämi on joko poikki (suuri vastus tai ääretön/MΩ) tai huomattavasti muista vastusarvoista poikkeava lukema/vastusarvo). Käytännössä pienissä moottoreissa on suuri staattorivastus ja suurissa vastaavasti pieni (Ohmin lain mukaan).

6. Mitataan eristysresistanssi staattorikäämien ja maadoituspisteen (kytkentäliitin kotelossa) tai moottorin metallisen rungon välistä kaikista vaiheliittimistä (käämi voi olla toiselta puolelta maissa eli oikosulussa ja toiselta puolelta kunnossa, jos käämi on poikki). Lukeman pitää olla suuri (min. 500 kΩ/MΩ). Moottorin likaisuus (kosteus, öljy ym.) heikentää eristysresistanssilukemaa. Mittaus suoritetaan 500 V:n koestusjännitteellä joko asennustesterillä tai eristysvastusmittarilla (tavallinen yleismittari ei ole riittävä).

7. Tarkistetaan liitäntäkotelon kotelointiluokka ja varmistetaan, että esimerkiksi kotelon kannen tiivisteet ja myös kaapeleiden holkkitiivisteet ovat asianmukaisessa kunnossa. Jos edellä mainituissa kohdissa huomataan puutteita tai huoltotarvetta, ne hoidetaan asianmukaiseen kuntoon.

1. Täytä taulukot (Ohmin laki)

U/V	*R*/Ω	*I*/A
230	23	
24		240 mA
	60	2
12		40
	1k	5 mA

P/W	*U*/V	*I*/A
	230	16
240	1 000	
24		2
500	12	

2. Selvitä, mikä on sähköenergian mittaussuure (millä hinnalla verkkoyhtiö laskuttaa sähkön kulutuksesta) ja mitä sähköenergia maksaa kuluttajalle. Selvitä lisäksi, mistä osista esimerkiksi sähkölaskun summa muodostuu.

3. Minkälaisia sähkövarauksia on olemassa?

4. Missä tyypillisesti käytetään tasasähköä?

5. Mittaa opettajan määrittelemästä tasasähkövirtalähteestä jännite yleismittarilla. Jos mitattu jännitearvo eroaa virtalähteen (paristo) nimellisarvosta, mieti, miksi mitattu arvo on erisuuruinen.

6. Luettele käyttötarkoituksensa mukaan eri jännitearvoja, joita löydät markkinoilta.

7. Laske opettajan antamien vastusesimerkkien avulla pisteeseen tulevien virtojen ja samasta pisteestä lähtevien virtojen summa (sovella Ohmin lakia).

8. Kuinka monta positiivista ja negatiivista jaksoa on 1 sekunnin aikana 50 Hz:n vaihtosähköllä?

9. Selosta, mitä tarkoitetaan yleismittarilla.

10. Mittaa jännitearvo pistorasiasta opettajan opastuksella.

11. Tutki opettajan opastuksella, miten valaistusohjaus toimii 1/6-kytkimellä.

12. Tee kuorintaharjoitus MMJ- ja MCMK-kaapelilla. Vinkki: muistaa säätää työkalun (ns. Jokari) kuorintasyvyys oikeaksi ennen kuorintaa, koska liian syvä terä työkalussa katkaisee konsentrisiä johtimia (MCMK-maakaapelin kuparivaippa).

13. Miten sähkömoottori voidaan liittää sähköverkkoon (kytkentä)?

14. Tutki, mitä sähköisiä arvoja moottorin arvokilvestä ilmenee.

15. Mittaa opettajan osoittamasta sähkömoottorista käämien vastusarvot.

16. Selvitä, miten sähkömoottorin asennustapa ilmoitetaan IEC-koodilla.

6.
TALOTEKNIIKAN JÄRJESTELMIEN HUOLTO JA KORJAUS

LVI-huoltopalvelujen tuottaminen

Tämän luvun näkökulmana ovat huolto ja palvelujen tuottaminen eli asiakaspalvelu. Useimmat LVI-huoltoon liittyvistä töistä ovat samoja töitä, joita tehdään LVI-urakointiin ja rakentamiseen liittyvissä työtehtävissä. Luvussa käsitellään lisäksi LV-järjestelmien huoltoon ja LVI-korjausrakentamiseen liittyviä asioita.

Kaikki talotekniikan tavanomaiset perustaidot ovat tarpeen myös huoltopalveluihin liittyvissä töissä. Lisäksi asiakaspalvelu on erittäin merkittävä osa LVI-huoltopalvelujen tuottamista. Kaikissa töissä pitää ottaa huomioon, että työt tehdään asiakkaalle ja asiakkaan tiloissa.

Yksi osa asiakaspalvelua on omasta työstä kertominen ja markkinointi. Asentajan tulee persoonastaan riippumatta kyetä kertomaan työstään ja myös suosittelemaan ja myymään lisää työtään. Työstä kertominen on tiedottamista ja muuta asiakaspalvelua, mutta se lisää myös asentajan omia taitoja, koska työstään kertoessaan asentaja saa vielä kerran jäsentää ja muokata taitojaan.

Huoltosopimukset ja työtilaukset

Huoltotöissä ja muussa taloteknisessä urakoinnissa on tavallista tehdä sopimuksia tehtävistä työsuorituksista. Urakkasopimuksissa määritellään tehtävien työsuoritusten lisäksi aikataulut ja myöhästymissakot. Yleensä sopimukset tehdään rakennusalan yleisten sopimusehtojen (YSE 1998) mukaisesti ja tekstissä viitataan niihin.

Märkätilojen urakkasopimus

Tässä sovitaan työselityssivulla määritetyt asiat sekä osapuolien vastuut ja velvoitteet. Tämä sopimuslomake on tarkoitettu lähinnä pienehköjen töiden urakkasopimuksiin, joissa tilaaja on työn lopullinen vastaanottaja.

Urakan kohde: _____ Osoite: _____

Tilaaja: _____ Osoite: _____

Tilaajan edustaja: _____ Osoite: _____

Urakoitsija: _____ Osoite: _____

Urakoitsijan edustaja: _____ Puhelin: _____

Sopimusasiakirjat: Märkätilojen urakkasopimus, Märkätilojen työselitys, Rakennusurakan yleiset sopimusehdot (YSE-98).

Urakkamuoto: kokonaishintaurakka osaurakka laskutyöurakka työurakka

Hankintatositteiden tarkastus: ☐ viikottain ☐ päivittäin
Tuntilappujen tarkastus: ☐ viikottain ☐ päivittä

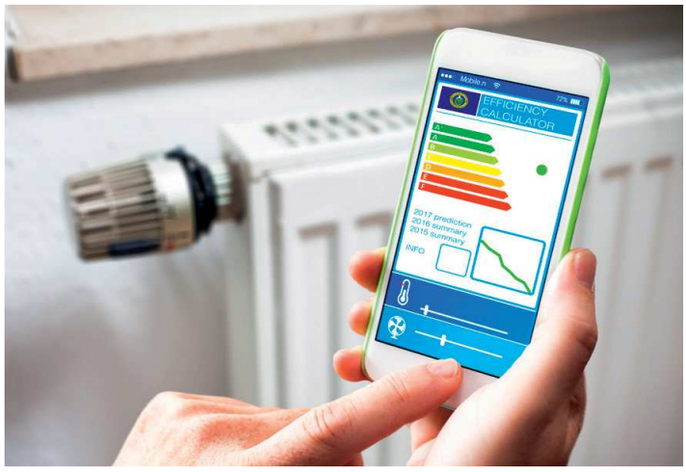
Hankinnat: _____Tarvittavat materiaalit, koneet ja laitteet sekä erityistöiden toteuttajat hankkii urakoitsija, lukuunottamatta seuraavia tilaajan hankintoja: _____

Vastuunjakotaulukko ja sopimukset

Vastuunjakotaulukossa määritellään esimerkiksi se, kuka taloyhtiössä vastaa töistä ja siten myös maksaa ne. Taloyhtiössä voi olla sovittu erilaisista käytännöistä yksityiskohtien osalta, mutta päälinjaukset ovat asunto-osakeyhtiölain mukaisia. Asentajan on hyvä olla perillä näistä linjauksista. Lisätöistä tai urakasta asiakkaan kanssa neuvoteltaessa on hyvä tietää, onko maksaja yksityinen osakas vai taloyhtiö. On hyvä huomata, ettei osakas välttämättä voi sopia kaikista töistä vaan taloyhtiön edustaja hyväksyy urakan ja valvoo työn.

HUOLTOSOPIMUKSESSA määritellään huollettavat kohteet ja niissä tehtävät työt sekä muut sopimusehdot. Sopimus voi olla määräaikainen tai toistaiseksi voimassa oleva. Siinä voidaan esittää kaikki kiinteistön hoitoon liittyvät työt tai vain LVI-huoltotyöt. Kiinteistöjä varten voi myös olla varattuna oma huoltomies, jolloin hänellä on usein kiinteistönhoitoon liittyviä yleisiä tehtäviä, kuten kiinteistöä koskevien ilmoitusten vastaanotto.

Vastuunjakotaulukko ja huoltosopimukset määrittävät taloyhtiössä tehtäviä töitä.



Lämmönsäätöä mobiililaitteen ohjelmistolla

Työtilauksen tekeminen

Nykyisin työmääräykset ja työtehtävät usein päivittyvät internetin kautta työntekijän laitteisiin ja ohjelmiin. Ohjelmien avulla voidaan seurata työn valmistumista ja siihen kohdistuvia kustannuksia. Laskutus hoituu yleensä saman ohjelmiston avulla. Rakennusautomaatio-ohjelma voi myös hälyttää ja ilmoittaa huollon tarpeesta. Ohjelma voi olla yhteydessä asentajan työmääräin ohjelmaan suoraan tai muuten päivittyä huoltoyhtiön seurantaohjelmiin.

Huoltotöissä asentaja kohtaa usein myös sellaisia tehtäviä, joita hän ei saa tai ehdi tehdä. Esimerkiksi useimmat sähkötyöt vaativat pätevän asentajan, jolla on sähkötyöluvat. Asentaja ei kuitenkaan voi yleensä itsenäisesti tilata toista työntekijää suorittamaan korjaustyötä, vaan lähes aina siihen pitää saada lupa työnjohdolta ja asiakkaalta.

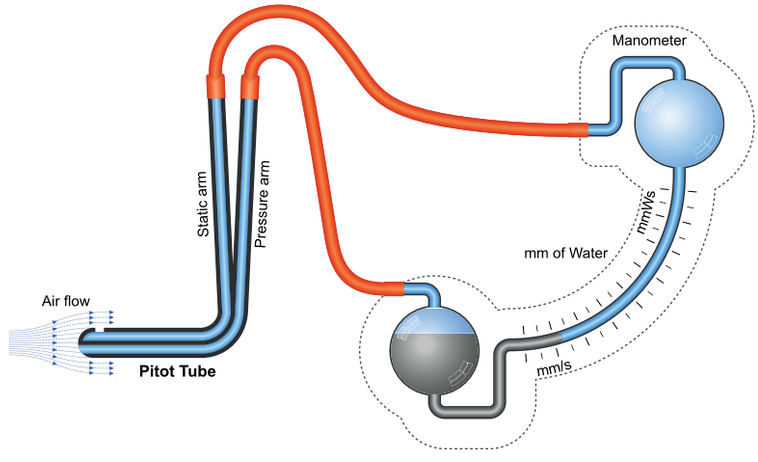
Sähkömies korjaamassa pumppua

Usein asiakas tilaa lisätöitä suoraan asentajalta. Kokenut asentaja hallitseekin omien töidensä määrän ja kykenee ottamaan itse töitä suoraan vastaan. Nämäkin työt täytyy tietysti kirjata sähköisiin järjestelmiin esimerkiksi takuukysymyksien ja laskutuksen vuoksi.

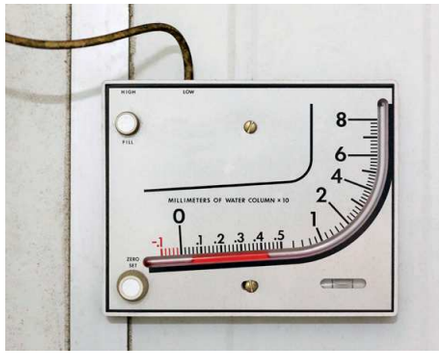
Huollon suunnittelu, työvaiheiden ennakointi ja työkalujen ja materiaalien varaaminen

Huolto- ja kunnossapito-ohjelmat ilmoittavat säännöllisistä huolloista. Ohjelmissa ne näkyvät suorittamattomina töinä, kunnes ne on tehty ja kuitattu. Ohjelmat myös tarvittaessa varoittavat tulevista huolloista etukäteen. Kiinteistöjen huoltotöitä tehdään usein myös vuosisuunnitelman tai vuosikellon mukaan. Esimerkiksi ilmanvaihtokoneiden suodattimet vaihdetaan usein kalenterin mukaan hyväksi havaitussa rytmissä. Valmistajat kuitenkin ilmoittavat huolto-ohjeissaan myös paine-eromittarien suosituslukemat, joiden mukaan suodattimet tulee vaihtaa.

Paine-eromittari



Pitot-putki paine-eron mittauksessa, nesteputkimanometri



Nesteputki-manometri vanhassa ilmanvaihtokoneessa

Suuri osa huoltotehtävistä tulee kiireellisinä päivystystöinä. Kiinteistöautomaatio-ohjelmat hälyttävät tunnistaessaan virheellisen toiminnon, tai kiertävä huoltomies huomaa korjaustarpeen. Asiakkaat ilmoittavat usein myös itse kiireellisistä töistä, kuten vesivuodoista.

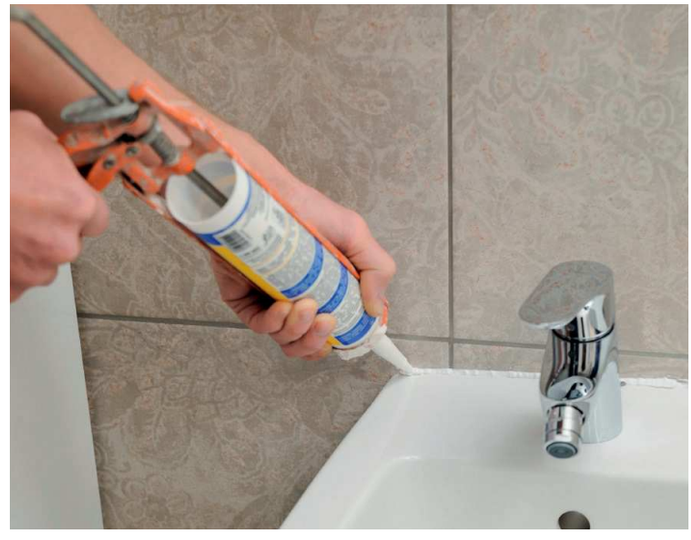
Kiertovesipumppu

Huoltoa kannattaa miettiä etukäteen esimerkiksi matkalla kohteeseen. Mielessä voi käydä läpi, mitä työvaiheita työhön kuuluu ja mitä työkaluja ja varaosia työssä tarvitaan. Piirustuksista ja kohteen valokuvista taas voi arvioida materiaalimenekkiä ja tarvikkeita.

Huoltoja voidaan tehdä ennakoivasti.

Huoltokohteessa ensimmäistä kertaa käydessään voi ottaa valokuvia ja tehdä tarvikelistan. Liimoja ja muita kemikaaleja käytettäessä pitää ensimmäisillä kerroilla myös varmistaa käyttöohjeesta ja käyttöturvallisuustiedotteesta niiden turvallinen käyttö. Liimoja käytettäessä pitää lisäksi varautua ylimääräisen liiman poistamiseen ja pintojen puhdistukseen.

WC-istuimen vaihtotyö



Pesualtaan ja seinän välisen raon tiivistys silikonilla

Ennen asennusta voi olla hyödyksi kerrata asennustyö internetissä olevista huolto- ja asennusvideoista. Samalla voi kerrata, mitä työkaluja työhön tarvitaan.

Määräaikaishuollot

Kuten huollon ennakoinnin yhteydessä kerrottiin, useat huoltotyöt tehdään määrättyjen aikataulujen mukaan. Koneilla ja pumpuilla on omat valmistajan määrittämät huoltovälinsä. Usein niiden tekeminen on myös laitteen takuun ehtona.

Yli 10 vuotta vanhat kaukolämpölaitteistot on hyvä tarkastaa vähintään kerran vuodessa. Suurten rakennuksen osia tai koko rakennusta palvelevien ilmanvaihtokoneiden lämmitysosat täytyy myös huoltaa säännöllisesti. Painovoimaista ilmanvaihtoa taas täytyy säätää säännöllisesti vuodenaiko-

jen mukaan. Talviaikana poistoventtiileitä kannatta säätää pienemmälle. Koneellisessa ilmanvaihdossa lämmöntalteenotto usein ohitetaan kesäajaksi. Kunnat ovat myös usein määränneet kerrostalojen ilmanvaihtokanavistojen nuohouksesta. Tyypillinen nuohousväli on 10 vuotta.

Laitteistojen huoltoväli

Koneilla ja laitteilla on valmistajan suosittelemat huoltovälinsä. Usein koneen mukana tulee huoltotaulukko tai huoltokortti, jota voi käyttää muistin apuna, jos käytössä ei ole sähköistä järjestelmää. Entisaikaan ilmastointikoneiden, öljypolttimien ja pumppujen yhteydessä oli muovitaskut tai kansiot, joissa säilytettiin huoltokortteja ja muuta vastaavaa tietoa. Jos sellainen on vielä paikalla, siihen voi edelleen merkitä huollon ja sen tekijän. Tällöin myös sellaiset ihmiset, jolla ei ole pääsyä sähköiseen järjestelmään, voivat nähdä, että huolto on tehty.

Talotekniikkaan kuuluvia lämmityslaitteita huolletaan myös nuohoamalla. Nuohouksen tai poltinhuollon yhteydessä tehtävällä savukaasumittauksella selvitetään muuten laitteiston toimintaa ja säätöjä. Kattila on nuohottava 1–2 kertaa vuodessa, ja polttimet on huollettava valmistajan ilmoittaman aikataulun ja tarpeen mukaan esimerkiksi 1–5 vuoden välein.

> Määräaikaishuollot tehdään huolto-ohjelman mukaan.

LVI-huoltotöihin voi kuulua sprinklerilaitteiston ja palonilmoittimen seurantaa. Siihen annetaan aina erikseen perehdytys ja tarpeellinen koulutus. Rakennuksessa liikkuessaan talotekniikan ammattilainen kuitenkin aina seuraa ja tarkkailee rakennuksen kaikkia laitteistoja ja ilmoittaa niissä näkyvistä epäkohdista eteenpäin. Palonilmoittimet ja sprinklerilaitteistot huolletaan ja tarkistetaan niiden huolto-ohjelmien mukaan. Turvallisuus- ja kemikaalivirasto, Tukes, seuraa ja ohjeistaa sekä kouluttaa esimerkiksi pelastustoimen laitteiden käyttäjiä. Lisäksi se vastaa myös kylmäalan laitteistojen asennuspätevyyksistä.

Automaattinen palonilmoitin

Tavanomaisempien taloteknisten laitteiden huoltovälejä on kirjattu valmistajien ohjeisiin ja huolto-ohjelmiin. Laitteistoilla on myös määrätty tekninen käyttöikä. Kun laitteistojen tekninen käyttöikä tulee täyteen, ne yleensä vaihdetaan uusiin.

HT-viemäri

Huollontarpeen ilmeneminen

Laitteistojen huollontarve ilmenee niille ominaisilla tavoilla. Esimerkiksi hana saattaa alkaa tiputtaa eikä sulkuventtiili ehkä käänny enää helposti. Ilmanvaihtokoneen suodattimet puolestaan likaantuvat, ja lämmitysosan lämmönsiirtopintoihin kertyy pölyä.

> Huollontarpeen tunnistusta ja seurantaa tehdään koko ajan.

Kokemuksen myötä näitä pieniä merkkejä alkaa huomata helpommin, jolloin voi myös tulkita paremmin, missä vaiheessa huollon voisi aloittaa. Joissakin laitteissa on myös huollon tarpeesta kertovia ilmaisimia ja esimerkiksi merkkivaloja tai muu hälytys. Esimerkiksi haja-asutusalueiden jätevedenkäsittelyjärjestelmät voivat itse ilmoittaa laitteistohäiriöstä tai muusta huollontarpeesta. Niillä on valmistajan ohjeiden mukainen huoltoväli.

Koneissa, joissa on moottoreita ja pyöriviä akseleita, käytetään laakereita. Laakerin kuluminen saattaa erottua äänenä ja akselin väljyytenä. Koneen käyttölaitteet, kuten kiilahihnat, saattavat myös aikaa myöten katketa tai ainakin kovettua ja alkaa luistaa.

Korjausrakentaminen on usein huomattavasti vaativampaa kuin uudisrakentaminen. Korjausrakentamisessa täytyy huomioida rakennuksiin tehdyt muutokset ja se, että piirustukset voivat olla puutteellisia. Usein korjausrakentamisessa joudutaan myös tekemään päätöksiä asennuksesta töiden edetessä.

Suomessa rakennettiin 1960–1980-luvuilla paljon rakennuksia. Niiden taloteknisten järjestelmien korjausten tarve on kasvanut 2000-luvun alusta lähtien. Järjestelmien tekninen käyttöikä on noin 20–50 vuotta, minkä vuoksi putkiremonttien määrä kasvaa koko ajan. On arvioitu, että 2020-luvulla on tarve remontoida suuri määrä 1970–1980-luvuilla rakennettuja rakennuksia. Rakennusten korjausten kustannus on noin 40 % koko talonrakennustuotannosta.

LVI-tekniset korvaavat toiminnot korjauksen ajaksi

LVI-laitteiden ja -järjestelmien korvaaminen korjaus- ja vaihtotyön ajaksi suunnitellaan yleensä tapauskohtaisesti. Jos työ suunnitellaan ja aikataulutetaan sopivasti, korvaavaa toimintaa ei välttämättä tarvita lainkaan. Esimerkiksi lämmitysjärjestelmän uusiminen tehdään yleensä kesäisin.

Viemärien korjaus ja vaihto vaativat usein laajoja purkutöitä, jolloin asukkaat yleensä muuttavat väliaikaisesti pois asunnostaan. Silloin kun viemäreiden korjaus tehdään pinnoittamalla, on sen sijaan usein mahdollista samanaikaisesti asua rakennuksessa. Viemäritöiden ajaksi järjestetään väliaikainen viemäröinti. Korjattava osuus erotetaan muusta verkostosta. Huoneistoon järjestetään siirrettävä WC tai linjaan kytketään keruusäiliö, pumppaus tai muu ohitus.

Kattilan vaihtotyö (kuva: Jari Ketola)

Väliaikaisen ilmanvaihdon rakennusta

Ilmanvaihtojärjestelmien korjaus- ja huoltotöiden ajaksi on myös tarpeen tehdä korvausjärjestelyjä, jos työ on pitkäkestoinen tai ilmanvaihdon pysähtymisestä on haittaa rakennuksessa oleville toiminnoille. Siksi on oltava tiedossa, mitä rakennuksessa tehdään ja miten siellä on ilmanvaihdon tarvetta. Usein huoltotyöt ajoitetaan esimerkiksi ilta- ja yöaikaan.

Kun järjestetään ilmanvaihtoa, on huomioitava myös riittävä ja hallittu korvausilman saanti. Pelkän poiston järjestäminen ei riitä. Pahimmassa tapauksessa korvausilma tulee vanhan korjattavan järjestelmän kautta.

Tiedotus

Osa LVI-huoltopalvelujen tuottamista on työstä tiedottaminen. Esimerkiksi vedenjakelun katkoksista pitää kertoa useita päiviä etukäteen, jotta tieto varmasti tavoittaa kaikki asukkaat. Kerrostalossa talon vakituinen huoltomies ja huoltoyhtiö hoitavat yleensä tiedottamisen sovituin vakiintunein tavoin. Sama koskee muita suuria kiinteistöjä. Pientaloalueilla ja esimerkiksi tehtaissa ja tuotantolaitoksissa taas käytetään omia tiedottamistapojaan. Kunnallistekniikkaan liittyvissä jakeluhäiriöissä tiedottamiseen voidaan käyttää kunnan julkista internetsivustoa.

Tiedottamisessa tärkeintä on saattaa asiat asiakkaan tietoon. Asentajan täytyy aina huolehtia, että asiakas tietää, mitä, miksi ja milloin asioita tehdään. Asentajan täytyy kertoa töistään muille asentajille ja esimerkiksi vakituiselle huoltomiehelle. Tarvittaessa myös työnantaja huolehtii tiedottamisesta. Joissakin talotekniikka-alan ohjelmistoissa on valmiita tiedotepohjia, joita voi hyödyntää käyttökatkoksista kertomiseen. Oppikirjoista ja huoltoyhtiöistä on saatavilla valmiita malleja.

Korvaavat järjestelmät

LVI-huoltotöitä tehtäessä asukkaille pitää usein järjestää korvaavat järjestelmät, jotta asuminen olisi mahdollista. Linjasaneerauksissa saatetaan järjestää esimerkiksi peseytymis- ja WC-tilat kokonaan erilliseen rakennukseen. Myös väliaikaisia vesijohtoja ja viemäreitä käytetään paljon. Saneerausyrityksillä on käytössä omanlaisiaan käytäntöjä.

Asennustöitä edeltävässä tiedottamisessa asukkaille täytyy kertoa myös mahdollisista korvaavista toimenpiteistä. Asentajan on hyvä tietää ja selvittää esimerkiksi se, miten asuntojen vedenjakelu hoidetaan remontin aikana. Talvella on huomattava, ettei lämmönjaossa saa olla pitkiä keskeytyksiä. Jos esimerkiksi vesikiertoinen lämmitys joudutaan katkaisemaan, on tuotava paikalle korvaavat sähkölämmittimet ja varmistettava niiden sähkönsaanti. Joissakin tapauksissa lämmitys joudutaan hoitamaan siirrettävällä lämpökeskuksella. Lämpimän käyttöveden valmistus voi lämmönjakoremontissa olla myös joskus tarpeen. Usein tällaiset remontit aikataulutetaan siten, että haitta olisi asukkaille mahdollisimman pieni. Tarpeen vaatiessa peseytymismahdollisuus pitää järjestää muualle.

Kiertovesikäyttöinen lämpöpuhallin (kuva: Talhu Oy)

LVI-korjausrakentamisessa asiakaspalveluun kuuluu myös esimerkiksi se, että asiakkaalle kerrotaan erilaisista vaihtoehdoista. Asiakkaalle pitää osata kertoa myös uusien laitteiden eduista. Esimerkiksi uusissa hanoissa on vedenkulutusta vähentäviä innovaatioita.

Keittiöhanan säätötyötä (kuva: Jari Ketola)

Kuivaus

Joskus rakennusten rakenteita joudutaan kuivaamaan esimerkiksi vesivahinkojen vuoksi. Jopa betoni imee sisäänsä vettä. Betonin suhteellinen kosteus on tapana mitata poranreikämittauksin betonin sisältä.

> Kuivauksen yhteydessä joudutaan usein avaamaan rakenteita.

Ennen kuivaustoimenpiteitä selvitetään vesivahingon laajuus rakenteita avaamatta tai avaamalla niitä vain vähän. Ensin poistetaan näkyvä vesi, minkä jälkeen tehdään kosteuskartoitus. Apuna voidaan käyttää pintakosteusmittareita, mutta niiden käyttäjän täytyy osata tulkita mittarin näyttämää suhteessa mitattavaan asiaan. Mittaajan täytyy osata mitata oikein oikeasta paikasta ja tulkita muutenkin kohdetta.

Mittaus pintakosteusmittarilla

Rakenteita kuivataan usein myös uudisrakentamisessa. Eri työvaiheita voidaan nopeuttaa käyttämällä apuna kuivureita. Tässäkin tapauksessa kuivumista seurataan myös mittareilla ja tiedon perusteella.

Märkäkin rakenne saattaa mittaustuloksen perusteella vaikuttaa kuivalta, jos mittaaja ei hallitse työtään. Toisaalta kuivistakin rakenteista on mahdollista löytää kosteutta, mutta pitää osata arvioida, onko kosteus haitallista. Tämän vuoksi pintakosteusmittauksen perusteella ei tehdä saneerauspäätöksiä vaan tulee tietää, mistä rakenteen todellisia kosteuksia tulee mitata. Todellisia kosteuksia voidaan mitata esimerkiksi poranreikä- tai näytepalamittauksilla.

Lämpöpuhaltimia

Rakenteiden avaus

Kauan kosteana olleet rakenteet ovat saattaneet pilaantua tai homehtua. Myös kuivumisen mahdollistamiseksi esimerkiksi lattian pintarakenteet täytyy usein poistaa tai aukottaa. Rikkoutuneiden tai vanhentuneiden putkistojen poistamisen vuoksi tehdään myös joskus suuriakin rakenteiden purkamistöitä.

Rakenteita avataan

Rakenteita piikataan auki linjasaneerauksessa.

Suojaus lisävioilta

LVI-korjaustöissä on tärkeää estää lisävahinkojen ja tarpeettomien kulujen syntyminen. Väliaikaisetkin rakenteet täytyy tukea ja kannakoida kunnollisesti. Viemärissä vesimassat saattavat siirtää kevyitä putkistoja ja avata liitoksia. Samoin vesijohdoissa paineiskut ja veden liike voivat rasittaa putkien liitoksia. Purkutöissä on huomioitava rakenteiden suojaus. Myös nesteiden valuminen avattavista putkista on huomioitava.

Ilmanvaihtokanavistoissa kanavien avoimet päät on yleensä tukittava ja siten estettävä kanavien tarpeeton likaantuminen. Kanavia purettaessa kannattaa huomioida niiden alas laskemiseen sopivan välineistön varaaminen etukäteen. Jos kanavat vain pudotetaan alas, aiheutetaan helposti tarpeetonta vaaraa ja ympäristön vaurioita.

LVI-korjausrakentamisessa hyödynnetään usein vanhoja toimivia osia ja laitteita.

Levyhissi käytössä

Asiakaspalvelu

Asiakaspalvelun osaava asentaja on yritykselleen arvokas, koska asiakas kertoo asentajan työstä ja muusta toiminnasta eteenpäin. Asentaja myy joka hetki omaa työtään ja yrityksensä palveluja asiakkaalle. Kaiken toiminnan maksaa joku asiakas, ja yleensä esimerkiksi työn ottaa vastaan joku ihminen.

NEUVONTA JA OPASTUS. Huoltotöiden yhteydessä asiakkaat kyselevät usein asentajan mielipiteitä esimerkiksi erilaisista laitteista tai vaikkapa lämmitysmuodoista. Asentajan on hyvä miettiä etukäteen, miten hän näihin kyselyihin vastaa. Neuvonta ja

opastus ovat myös samalla myyntityötä. Asennustöiden yhteydessä asentajalla on mahdollisuus jättää asiakkaalle asentamiensa tuotteiden käyttö- ja hoito-ohjeet. Joitakin pieniä huoltoja voi myös tavallinen ihminen tehdä kotonaan.

> Asiakkaan tarpeiden huomioiminen on asiakaspalvelua.

LISÄTOIMIEN SUUNNITTELU JA MYYMINEN. Usein ennen asiakkaan luo saapumista on mahdollista muodostaa jonkinlainen käsitys asiakkaalla mahdollisesti olevista lisätarpeista. Rakennuksen ikä ja tilattu työ voivat kertoa muun taloteknisen laitteiston ikääntymisestä tai mahdollisista korjaustarpeista. Asiakkaan kanssa keskustellessaan asentaja voi samalla selvittää ajankohtaisen asennuksen lisäksi asiakkaan muita tarpeita. Esimerkiksi pesuallashanaa vaihtaessaan voi mainita, että WC-istuin on huollon tai vaihdon tarpeessa.

Vesikalusteita asentaessaan asentaja voi huomioida myös muut talotekniikan varusteet asunnossa. Esimerkiksi ilmanvaihtoventtiilien puhdistustarpeen näkee helposti ilman erityistä vaivaa.

Vanha suihkuhana

Likainen ilmastointiventtiili

KÄYTÖS JA PUKEUTUMINEN. Asentaja luo kuvan osaamisestaan toiminnallaan ja pukeutumisellaan. Siistit vaatteet kertovat myös muusta työn laadusta. Asentajien vaatetuksesta on työmaakohtaisia määräyksiä. Yleensä ne liittyvät työturvallisuusvaatimuksiin.

Tavanomaisia suojavarusteita rakennustyömaalla: kypärä, silmiensuojaimet ja kuulonsuojaimet

Tarpeen mukaan asentaja muuttaa asustustaan ja käyttää lisäsuojaimia. Esimerkiksi ilmanvaihtokoneen huollossa käytetään suodattimen vaihdossa hengityssuojaimia.

Asentajan käytös luo asiakkaan luottamuksen asentajan ammattitaitoon. Asiakkaalle myydään koko ajan omalla olemuksella työtä. Pienetkin yksityiskohdat vaikuttavat kanssakäymisessä paljon.

Siististi pukeutunut asentaja asunnossa töissä sukkasillaan

Asiakaspalvelu on erittäin merkittävä osa menestyksekästä huoltotyötä. Siinä onnistuminen vaatii lähes kaikilta harjoittelua, suunnittelua ja kokemusta.

Viestimet

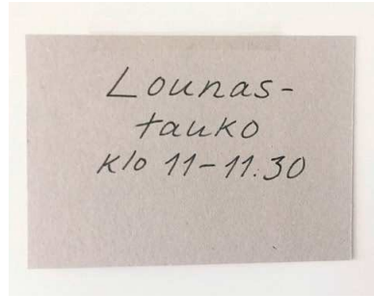
LVI-huoltopalveluja tuottaessaan asentaja joutuu viestimään paljon erilaisten ihmisten kanssa. Työmääräykset voivat tulla sähköisinä tai paperilla, ja asiakkaille joudutaan tiedottamaan asioista puhelimitse, sähköpostitse tai muilla kirjoitetuilla viesteillä. Yrityksen muut asentajat taas saattavat kysyä neuvoja tai muuten kertoa työasioista esimerkiksi yrityksen omassa yhteyssovelluksessa tai jonkin palveluntarjoajan yleisessä sovelluksessa. Myös omien tuttavien viestit ja yhteydenotot ovat tavallisia.

Rakennusmies tabletin kanssa

Viestintätilanteet saattavat katkaista työsuorituksen ikävään aikaan. Varsinkin yksityisyrittäjät kertovat usein, että viestintä häiritsee pahoin työntekoa. Esimerkiksi tiiviste saattaa jäädä pöydälle, jos kiireellinen viesti katkaisee työn ja sitä pääsee jatkamaan vasta hetken kuluttua. Onkin tärkeää oppia käyttämään ja hallitsemaan varsinkin mobiiliviestimiä.

> Tiedottaminen osana asiakaspalvelua on myös LVI-asentajan työtä.

MOBIILILAITTEET. Tavanomaisia viestintävälineitä ovat mukana kulkevat matkapuhelimet ja tabletit sekä kannettavat tietokoneet. Niillä voidaan käyttää sähköisiä kiinteistönhoidon toiminnanohjausjärjestelmiä. Edes mobiililaitteisiin ei tarvitse aina vastata heti. Viestit voi asettaa tärkeysjärjestykseen, ja laitteet voi panna tärkeän työn ajaksi syrjään. Myöskään asiakkaan kanssa keskustellessa ei yleensä ole syytä samalla antaa viestintävälineiden viedä huomiota tilanteesta.



KÄSIN KIRJOITTAMINEN. Vielä nykyisinkin joudutaan hyvin usein viestimään käsin kirjoittamalla. Usein saatetaan joutua esimerkiksi täyttämään käsin valmista lomakepohjaa tai tiedotetta. Joskus saatetaan myös joutua kirjoittamaan viesti kokonaan ilman valmista mallipohjaa. Kuten kaikki asiakkaalle näkyvä toiminta myös käsin kirjoitettu viesti antaa vaikutelman työn laadusta.

TIEDONHAKU. Mobiililaitteet mahdollistavat tiedonhaun myös työmaalla. Hyvä asentaja ei epävarmassa tilanteessa arvaa vaan varmistaa tietoa hakemalla osaamisensa laadun. Usein tietoa saa nopeimmin kysymällä kokeneemmalta työtoverilta tai työnjohtajalta. Asennustyössä on uusien tuotteiden asennuksessa mukana tuotepakkaus, johon kuuluu yleensä kirjalliset asennusohjeet.

TALLENNUS. Työn dokumentointi on laadukkaassa huolto- ja asennustyössä nykyisin jokapäiväistä toimintaa. Laskutus hoituu samoilla ohjelmistoilla, joilla tehdään dokumentointiakin. Dokumentointiin on myös omia ohjelmia.

Työn piirustukset ja ohjeet täytyy myös säilyttää. Käyttö- ja huolto-ohjeiden tulee olla helposti löydettävissä. Taloyhtiöllä on velvollisuus säilyttää muutostöiden asiakirjat. Talotekniikkayritys toimittaa nämä tarvittavat asiakirjat taloyhtiölle. Isommissa remonteissa asiasta on maininta sopimuksessa, ja se voi myös olla yksi työn hyväksymisen ehdoista.

Pienet rakennustyöt

Pienet rakennustyöt ovat osa tavanomaista talotekniikka-asentajan toimintaa. Asentaja osaa kannakoida ja käyttää esimerkiksi linjalaseria työnsä apuna. Hänen on myös tunnistettava erilaiset materiaalit, osattava valita niihin sopivat kiinnitysmateriaalit ja ymmärrettävä erimateriaalien tekninen lujuus ja kantokyky.

Tukirakenteet levyseinän sisällä

Kaivantoa tuetaan.

Talotekniikka-asentaja joutuu työssään avustamaan ja olemaan osana työryhmää myös konetöissä. Kaivantojen luiskaus ja muut kaivuutöiden turvallisuusohjeet on hänenkin huomioitava työssään.

Asennustavan suunnittelu ja materiaalinkäyttö

Asiakkaat toivovat, että taloteknisten järjestelmien remontit sujuvat häiriöttömästi ja nopeasti. Varsinaisen suunnittelutyön yhteydessä urakoitsijan olisi mahdollisimman varhaisessa vaiheessa oltava mukana, jotta myös työmaavaiheen suunnittelu olisi tehtynä mahdollisimman varhain. Työmaan todelliset rakenteet, materiaalit ja niiden sijainnit pitäisi saada otetuksi huomioon jo suunnittelussa. Usein varsinaiset suunnitelmat eivät ole täysin tarkkoja vaan työmaan aikana tehdään päätöksiä asennustavoista ja sijainneista.

> Työ sujuu helpommin ja reklamaatioita tulee vähemmän, kun asiakasta huomioidaan työtä tehtäessä ja työn suunnittelussa.

Asiakkaan huomioiminen töiden suunnittelussa on tärkeää. Esimerkiksi purkutöissä pitäisi käyttää mahdollisimman vähäpölyisiä ja hiljaisia menetelmiä. Suojausrakenteet pitää laittaa kunnollisesti paikoilleen, ja niitä pitää käytön aikana huoltaa. Työtä tehtäessä kannattaa käyttää laite- ja materiaalivalmistajien palveluja ja etsiä kohteeseen sopivia menetelmiä ja laitteita.

Olemassa olevien vikojen ja tulevien vikojen tunnistaminen

Asentajan työnkuvaan kuuluu seurata laitteistojen toimintaa ja ennakoida huollontarvetta. Kokemuksen myötä ongelmien syiden tunnistaminen helpottuu ja nopeutuu. Aluksi voi käyttää apuna niin sanottuja vianetsintäkaavioita ja kokeneempien kollegoiden apua.

Vikojen seurantaan kuuluu putkistojen korroosion seuraaminen ja sen esto. Teräksiset materiaalit voivat ruostua ulkopuolisen kosteusrasituksen vuoksi, ja suojapinnoitteella on merkittävä vaikutus niiden kestoon. Korroosion esto alkaa siitä, että asennusvaiheessa huolehditaan puhtaudesta ja oikeasta varastoinnista. Korroosiota voidaan estää myös käyttämällä kemiallisia tai sähköisiä menetelmiä. Näiden laitteiden toimintaa on tarkkailtava ja seurattava. Silikaatit ja muut vedessä olevat epäpuhtaudet voivat vaikuttaa putkistoon. LVI-huoltopalveluja tekevän tulee tietää alueelliset veden ominaisuudet ja kyetä ottamaan ne huomioon työssään. Toisilla alueilla putkistovuotoja tulee uusiinkin putkistoihin varhain ja tiheään. Myös putkistojen käyttöikä vaihtelee alueittain. Veden laatuun voidaan vaikuttaa kiinteistökohtaisilla vedenkäsittelylaitteistoilla.

Rikkoutunut kupariputki

Asiantuntija-avun pyytäminen

Asiantuntijan apua kannatta pyytää ennemmin kuin aiheuttaa vahinkoa ja kustannuksia. Asentajalle voi tulla vastaan esimerkiksi seuraavanlaisia tapauksia:

- Lämmityksen säätöventtiili soutaa, vaikka se on teknisesti kunnossa ja asetukset on tarkistettu.
- Mittareissa on häiriöitä.
- Tuotteen mukana ei ole suomenkielistä asennusohjetta, eikä sitä löydy myöskään internetistä.
- Laite on tuntematon.

Kalvopaisunta-astian rikkoutunut kalvo tai huono paine

Jos varoventtiili vuotaa vettä ja lämmitysverkoston paine nousee ilman syytä, vika voi olla kalvopaisunta-astiassa. Kalvopaisunta-astian koko riippuu järjestelmän vesitilavuudesta ja laitevalmistajan ohjeesta. Esimerkiksi joissakin (Kaukoran) puukattiloissa kalvopaisunta-astian osuus on 7–10 % järjestelmän vesitilavuudesta.

Vedenkäsittelylaitteisto toiminnassa asunnon tiskipöydän alla

Kalvopaisunta-astia

Takaisinimusuojaus

Rakentamismääräyksen D1 luvussa 2.3.4.1 todetaan, että takaisinimusuojaukseen käytetään ensisijaisesti ilmaväliä. Muita mahdollisuuksia ovat tyhjöventtiili yhdessä yksisuuntaventtiilin kanssa, tyhjöventtiili, yksisuuntaventtiili ja vaihdinjuoksuputki. Takaisinimusuojauksen on aina oltava kunnossa.

> Takaisinimusuojauksen on aina oltava kunnossa ja oikein asennettu.

Yksisuuntaventtiili (kuva: Oras)

Tyhjöventtiili (kuva: Oras)

LV-järjestelmien toimintahäiriöt ja niiden syyt

LV-järjestelmien toimintahäiriöt voivat johtua laitteistosta tai käyttäjästä. Laitteiston viat voivat johtua komponenteista tai niiden ohjauksesta ja muusta automaatiosta.

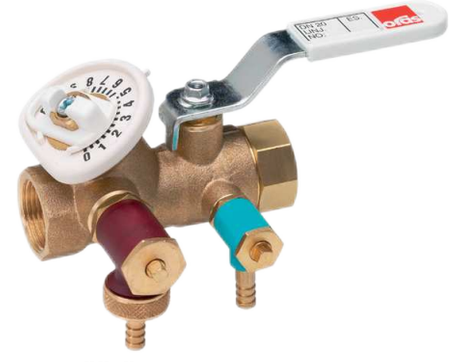
Hanan lämmön tai virtauksen säätö

Hanojen säätöä varten kannattaa ensin tutustua valmistajan ohjeisiin. Valmistajat järjestävät hanojen huollosta myös kursseja ja julkaisevat huoltovideoita internetissä. Hanan lämmön ja virtauksen säädössä pitää ensin selvittää, tarvitseeko kyseiselle hanatyypille säätöjä tehtäessä sulkea vedentulo hanalle.

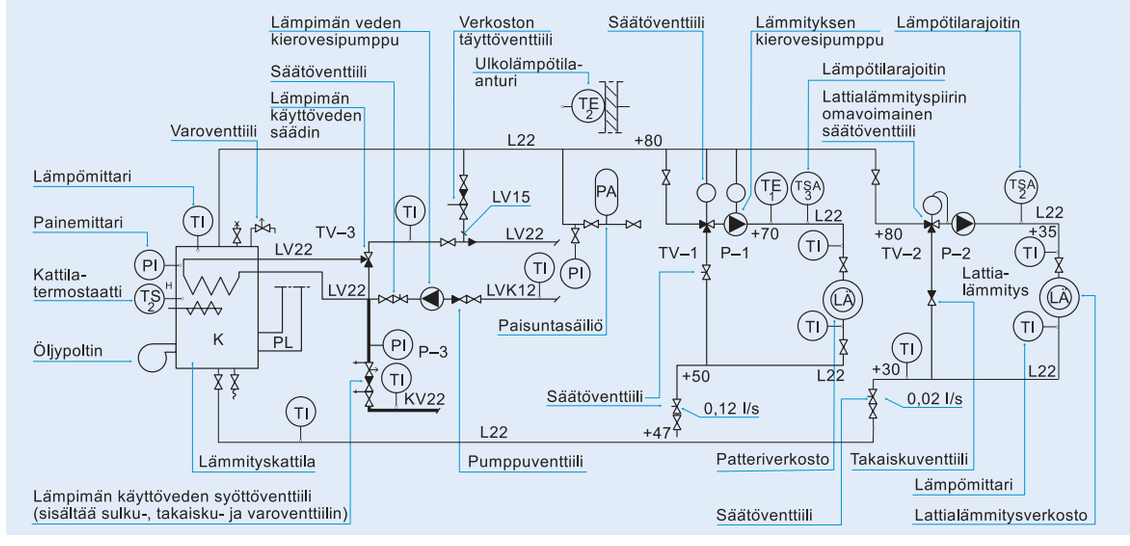
Termostaattinen suihkuhana (kuva: Oras)

Vesipisteiden virtaamiin voidaan vaikuttaa myös koko järjestelmän tai sen osan vesimääriä säätämällä. Esimerkiksi vakiopaineventtiileitä käytetään säädöissä hyödyksi. Joskus on tarpeen käyttää myös linjasäätöventtiileitä apuna vesivirtojen säätämiseen.

Vakiopaineventtiili (kuva: Oras)



Linjasäätöventtiili (kuva: Oras)



Keskuslämmitysverkoston kytkentäkaavio

Hana tiputtaa, juoksuputken tiiviste vuotaa – hanan perushuolto

Aina ennen huoltotoimenpidettä kannattaa varmistaa, tarvitseeko vedentulo hanalle katkaista. Esimerkiksi Oraksen keittiöhanoissa juoksuputkentiivistettä vaihdettaessa ei vedentuloa tarvitse katkaista. Vikojen syitä voi selvittää huolto-oppaista. Jos tiskipöydällä on koko ajan pieni vesinoro hanan juuressa, juoksuputken tiiviste on alkanut vuotaa.

> Pienistäkin vuodoista voi aikaa myöten aiheutua suuria kustannuksia.

Keittiöhana

WC-istuimen vuoto

Pienikin WC-istuimen vuoto voi kuluttaa paljon vettä. Isossa kiinteistössä, jossa on paljon WC-istuimia, vuotojen ehkäisyllä voidaan siten saavuttaa suuria säästöjä. Vuotavien hanojen ja WC-istuimien selvittämiseksi voidaan tehdä samoin kuin muuten piileviä vesivuotoja etsittäessä. Talossa voidaan seurata, kuluuko vettä silloin, kun sitä ei varsinaisesti käytetä, kuten öisin. WC-istuimen vuodon voi tunnistaa laittamalla sen sisälle palan WC-paperia.

WC-vuodon tarkastelua (kuva: Jari Ketola)

Nykyisin huoltomiehet usein tekevät vain pieniä korjauksia, esimerkiksi tiivisteiden vaihtoja. Jos WC-istuin ei tule kuntoon pienellä vaivalla, se vaihdetaan uuteen. Putkimiehet eivät yleensä tee huoltoja.

WC-istuimen vaihto

Vanhat WC-istuimet on kiinnitetty alustaansa ruuveilla ja usein myös betonilla valamalla. Istuimen jalan sisusta on aikoinaan täytetty betonilla, ja usein istuinta ei saa irti muuten kuin halkaisemalla sen jalan. Vanhojen ruuvikiinnitysten irrottamisessakin on usein haastetta. Suojalasit estävät pienten posliinisirpaleiden kimpoilemisen silmiin.

Halkaistu WC-istuimen jalka

Uuden istuimen asennuksessa voi joutua käyttämään apuna esimerkiksi epäkeskeistä WC-yhdyskappaletta tai epäkeskeistä WC-mansettia. Näitä käytetään silloin, jos istuin muuten jouduttaisiin asentamaan liian lähelle seinää. Tavallisissa vesisäiliöllisissä istuimissa on mahduttava tekemään mahdolliset tarvittavat huoltotyöt ja vaihtamaan säiliö. On hyvä huomata, että säiliön mahtuu pyyhkimään pölyistä myös takapuolelta. Esimerkiksi RT-kortissa 60-10816 annetaan vesikalusteisiin liittyviä asennusohjeita. RT-kortin ku-

van 2 mukaan WC-istuimen lattian lävistävä viemäri asennetaan 100–120 mm:n etäisyydelle valmiista seinäpinnasta.

Korjausrakentamisen yhteydessä halutaan yleensä uudistaa myös WC-kalusteita. Tyypillisesti esimerkiksi WC-istuin vaihdetaan uudenaikaiseksi. Usein halutaan seinä-WC-malli.

Seinä-WC -asennusteline

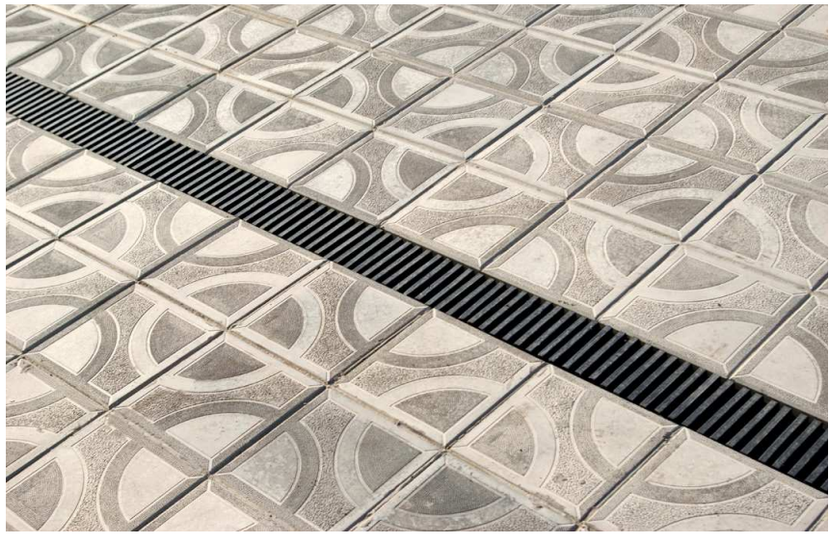
Vesipostiventtiilin asennus ja korjaus

Vesipostiventtiili asennetaan aina huolellisesti ohjeen mukaan. Vesipostiventtiileitä on erilaisiin tiloihin erimallisia, ja seiniin täytyy valita niihin sopiva venttiili. Vesipostiventtiiliin voidaan myös asentaa erillinen sulku linjaan ennen venttiiliä, jolloin sen huolto on helpompaa. Talveksi vesipostin käyttö voidaan estää laittamalla sulku sisältä kiinni. Vesipostiventtiilin vuoto voi jäädä huomaamatta, jos siinä on letku paikallaan tai jos se on sellaisella seinustalla, ettei se näy kulkutielle. Tämän vuoksi niitä pitää käydä silloin tällöin tarkistamassa ja kokeilemassa.

Vesipostiventtiili (kuva: Oras)

Lattiakaivosta puhaltaa ilmaa tai tulee hajua

Lattiakaivoja on useita erikoisiakin malleja, ja kaikkia niitä täytyy huoltaa. Aina vika ei ole lattiakaivossa, vaan esimerkiksi huonosti säädetty ilmanvaihto voi aiheuttaa pahan hajun leviämistä lattiakaivosta asuntoon. Siivous ja huolto useimmiten auttavat kaivosta tuleviin hajuihin. Kaivosta täytyy poistaa myös sen sisälle vesilukkoon mennet hiukset. Talotekniikan ammattilaisen on asiakaspalvelijana hyvä opastaa ja neuvoa asukkaita myös näissä huoltotöissä.



Design-lattiakaivo

Viemärin tukos

Viemärien asennusohjeissa esitetään viemärien oikeita asennustapoja. Joskus ongelmia voivat kuitenkin aiheuttaa väärät asennukset ja niistä johtuvat ongelmat. Viemärissä pitää olla kallistusta tarpeeksi muttei liikaa. Viemäriä vasten ei saa painua isoja kiviä, ja raskas liikenne voi myös painaa viemäriä kasaan. Viemäri ei myöskään saisi päästä tulvimaan, ja sen pitäisi olla kaikilta osin huollettavissa.

Viemärin tukoksen syy täytyy aina selvittää.

Viemärin rassauskone käytössä

Viemärin tukos: viemäri täynnä juuria

Viemäritukoksilla on usein jokin ulkoinen syy, kuten huumausaineiden käyttäjien neulojen joutuminen viemäriin. Viemärin ongelmia selvitetään esimerkiksi viemäriin ujutettavilla kameroilla. Ensimmäinen viesti viemäröintiongelmista tulee lähes aina asukkaalta.

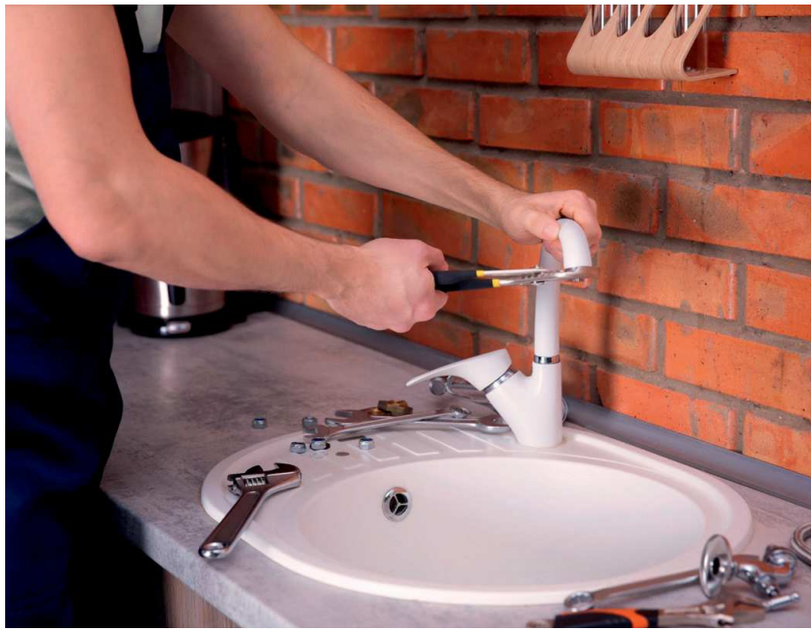
Viemäreiden avauksessa voidaan käyttää apuna erilaisia pumppausvälineitä, kemikaaleja, rasseja ja painepesuria. Viemäri kannattaa avata ennen kuin se on kokonaan tukossa. Jos viemäri vetää huonosti, ongelman syy kannatta selvittää ja poistaa. Viemärin avauksessa kuten muissakin talotekniikka-alan töissä täytyy muistaa työturvallisuus ja turvalliset työtavat.

Karhupumppu

Tukosta avattaessa ei saa käyttää niin suurta voimaa, että viemäri voi rikkoutua tai liitokset voivat avautua.

Kalusteen vaihto

Vesikalusteiden vaihto voi tulla ajankohtaiseksi kalusteen vanhenemisen tai rikkoutumisen vuoksi. Usein niitä myös vaihdetaan, koska halutaan uudistaa asuntoa. Kalusteita vaihdettaessa samoin kuin muuten kupariputkia käsiteltäessä tulee huomioida putken tyyppi liitoksia tehtäessä. Hehkutettua kupariputkea (pehmeää) käytettäessä täytyy liitoksiin asentaa putkeen tukiholkki.



Keittiöhanan asennustyössä käytettäviä työkaluja

Sulkujen vaihto vesilinjoihin

Jotta kalusteita voisi kätevästi huoltaa ja vaihtaa, vesilinjoihin on yleensä tapana laittaa kalustekohtaiset kuulasulkuventtiilit. Patterilinjoissa voidaan käyttää sulkuina patteriventtiilejä ja linjansäätöventtiilejä.

Jos vesilinjaa ei haluta tyhjentää korjauksen tai muutostyön ajaksi, vedentulo voidaan katkaista esimerkiksi jäädyttämällä kyseinen putkisto pieneltä osin. Muoviputkia ei yleensä jäädytetä jäädytyskoneella, koska ne eivät johda lämpöä riittävän hyvin.

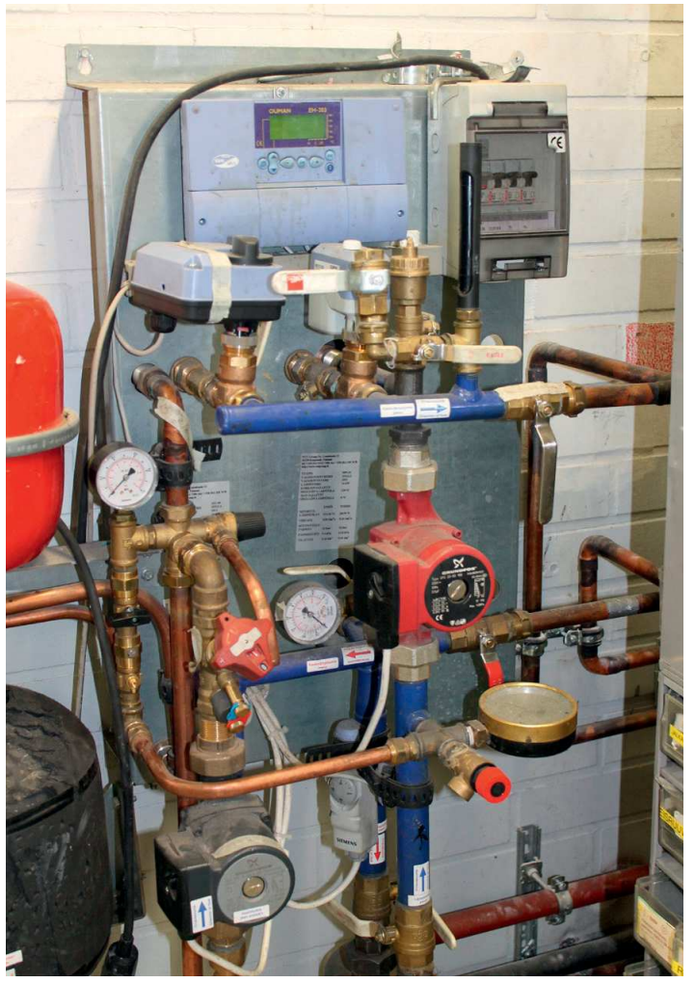
Kuulasulkuventtiilit

Putken jäädytys

Sulkuventtiileitä joudutaan vaihtamaan niiden jumiuduttua tai muuten rikkoonnuttua. Useisiin venttiilityyppeihin on mahdollista saada varaosia. Sulkujen jumiutumista voi ehkäistä käyttämällä niitä ja kokeilemalla silloin tällöin niiden toimintaa. Kuulasulkuja on suositeltavaa käyttää niihin soveltuvilla työkaluilla, ja kahvakäyttöisiä venttiileitä käytetään käyttökahvoista käsin. Joskus venttiileitä voi joutua herättelemään toimintaan naputtelemalla niiden kylkeen kevyesti. Napautus voi irrottaa venttiilistä saostumia, jolloin se saattaa heti alkaa toimia.

Värillinen vesi

Kiinteistön käyttöveden värjäytyminen vihertäväksi voi johtua lämmönsiirtimen sisäisestä vuodosta. Muita oireita voivat olla vedenkulutuksen kasvu ja käyttöveden lämpötilan vaihtelu sekä lämmitysverkoston varoventtiilin vuoto. Vuotoepäilystä täyttyy ilmoittaa eteenpäin energialaitokselle ja taloyhtiölle.



Lämmönsiirrinpaketti (kuva: Jari Ketola)

Pumpun käyntiääni

Pumpun käyntiäänen muutoksen syynä voi olla pumpun rikkoutuminen tai jokin nesteestä johtuva syy. Esimerkiksi nesteessä oleva ilma voi vaikuttaa pumpun ääneen. Pumpun laakerien tai pumpun siipipyörän kuluminen aiheuttaa pumppuun ääntä. Sähkömoottorin viat voivat myös kuulua pumpun toimintaäänessä. Nykyisin suositellaan lämmitysverkoston kiertovesipumppujen pitämistä käynnissä myös kesäaikana. Vanha tapa oli sammuttaa ne kesäksi, mutta siitä aiheutui paljon pumppujen jumiutumisia, joten sitä ei siksi enää suositella. Pumpun käyntiääneen voi vaikuttaa myös väärä asennus. Pumppua asennettaessa täytyy varmistaa sen sopivat asennusasennot.

Lämmityksen kiertovesipumppu

Lämmityssysteemiä

Paineen tai veden lisäystarve lämmitysjärjestelmään

Joissakin lämmitysjärjestelmissä käytetään verkoston täyttöautomaatteja. Näissä järjestelmissä ei ole normaalisti tarpeen lisätä vettä manuaalisesti. Huollossa täytyy noudattaa valmistajan ohjeita.

Lämmitysjärjestelmän veden lisäyksen tarvetta täytyy aina pohtia hetken aikaa. On varmistettava, ettei järjestelmässä ole vuotoja. Toisaalta järjestelmiin lisätään silloin tällöin vettä huoltotarkistuksien ja muiden käyntien yhteydessä. Yleensä lämmityshuoneessa on seurantakirjanpito tai muuten järjestetty seuranta siitä, mitä järjestelmälle tehdään. Tähän kirjanpitoon merkitään aina myös vedenlisäys. Näin voidaan arvioida, onko lisäystarve kasvanut. Varoventtiilin vuoto, lämmönsiirtimen rikkoutuminen, kalvopaisunta-astian toimimattomuus ja verkostossa oleva ilma voivat olla veden lisäyksen syitä. Jos patteriverkosto on ilmattu, jatkuvalle vedenlisäykselle ei pitäisi olla syytä.

Täyttöventtiili (kuva: Oras)

Varoventtiili

Lämpötila ei pysy asetuksissa

Rakentamismääräyksessä D1 määrätään, ettei lämmin käyttövesi saa olla yli 65 °C:n lämpöistä. Myös rakennuksen lämmitykseen menevää vettä säädetään. Yleensä lämmitysverkostoon menevä vesi patteriverkostossa ei ole yli 70 °C:n lämpöistä eikä lattialämmityksessä yli 45 °C:n lämpöistä. Tarkka lämpötila riippuu järjestelmästä, ja siihen vaikuttavat esimerkiksi ulkolämpötila ja järjestelmän säädöt. Talotekniikka-asentaja seuraa näitä lämpötiloja, kun hän on tekemisissä lämmöntuottolaitteiden kanssa.

Sähkölämmitteisissä lämminvesivaraajissa lämpimän käyttöveden lämpötilaa ohjataan syöttösekoitusventtiilillä. Usein varaajan yhteydessä on varolaiteryhmä, jonka osa syöttösekoitusventtiili on. Vaikeaa keuhkokuumetta aiheuttavan Legionella-bakteerin kasvun välttämiseksi käyttövesiverkoston lämpimän veden lämpötilan tulee olla säädetty yli 50 °C:seen. Myös verkoston lämpimän käyttöveden kierron ja sen paluujohdon lämpötilan pitää olla yli 50 °C.

Legionella-bakteeri elää ja lisääntyy alle 50 °C:n lämpöisessä vedessä.

Syöttösekoitusventtiili (kuva: Oras)

Asuntojen lämmitystä ohjataan automatiikalla. Osana sen toimintaa on lämpömittareita ja antureita sekä lämmityksen säätöön tarkoitettu lämmityksen säätökäyrän asettamismahdollisuus. Lämpötilan vaihteluun ja muuttumiseen voi olla syynä jokin ongelma näissä säätöjärjestelmissä. Esimerkiksi ulkolämpötilamittari voi olla rikki tai huonossa paikassa.

Uusissa asunnoissa vesi pidetään yli 55 °C:n lämpöisenä joka puolella järjestelmää.

Käyttöveden lämpötilan muuttuminen voi olla seurausta väärin mitoitetusta tai rikkinäisestä säätöventtiilistä. Käyttöveden lämpötilaongelmia voi tuottaa myös lämmönkehityslaitteiden väärä mitoitus tai hetkellinen mitoitettua huomattavasti suurempi lämpimän veden kulutus. Joskus ongelmia on aiheuttanut lämpimän käyttöveden kiertäminen huonokuntoisen sekoittajan tai hanan kautta.

Mittarit ja mittalaitteet

Kuten edellä selvitettiin, mittarit ja mittalaitteet vaikuttavat lämmitysjärjestelmien toimintaan. Niiden toimintaa seurataan ja käyttökuntoa tarkkaillaan. Lasisten mittareiden kunnon tarkistus voi olla silmämääräistä, ja niitä voidaan myös kokeilla. Lämpötilan mittaamiseen käytettyjä mittareita voi tutkia helposti käyttämällä niitä pois suojataskustaan. Suojataskun puhtaus pitää myös tarkistaa, jos on syytä epäillä mittarin toimintaa. Myös mittarin mittapään oikea sijoittuminen suojataskuun ja mitattavaan kohteeseen vaikuttaa mittarin toimintaan.

Mittarin suojatasku (kuva: Jari Ketola)

Pyöreä mittari

Pitkä mittari

Termostaatit

Lämmitysverkossa lämmönsäätöön käytetään termostaatteja. Termostaatti ja patteriventtiili toimivat parina. Jos halutaan vaihtaa vanhaan patteriventtiiliin uusi termostaatti, saatetaan välissä joutua käyttämään soviteosaa eli adapteria. Termostaateilla säädetään lämpötilaa huonekohtaisesti ja tarpeenmukaisesti. Patteriventtiilin esisäätöarvo rajoittaa termostaatin toiminta-aluetta, jotta lämmönsäätö olisi mahdollista kokoverkossa. Patteriverkosto toimii kokonaisuutena, ja se täytyy aina mitoittaa ja säätää sekä tasapainottaa oikein.

Patteritermostaatti

Jos patteritermostaatti rikkoutuu, se kannattaa vaihtaa uuteen. Termostaatti säätää patterin lämpötilaa tilanteen mukaan sopivaksi. On suositeltavaa, että termostaatti pääsee esteettä kosketuksiin huoneilman kanssa eikä ole esimerkiksi verhon takan piilossa. Termostaattien toiminnan apuna voi tarvittaessa käyttää erillisiä antureita.

Lämmityksessä lämmöntuotannon säätöön käytetään myös huonetermostaatteja. Niitä käytetään sekä patteriverkoissa että lattialämmityssysteemeissä. Huonetermostaateilla säädetään huoneiden haluttu lämpötila. Termostaattien on oltava oikein sijoitettuina. Esimerkiksi auringonpaiste tai takan lämmitys eivät saa häiritä niiden toimintaa. Lattialämmityksessä yksi termostatti voi ohjata 1–5 lämmityspiirin toimilaitetta.

Huonetermostaatti

Patteriventtiili jumissa

Patteriventtiilin toimintaongelma ilmenee siten, että jokin patteri ei muihin nähden lämpene kunnollisesti. Yleensä tällaista ilmenee kesän jälkeen, kun termostaatit eivät ole liikuttaneet venttiileiden karoja ja ne ovat jumiutuneet paikoilleen.

> Patteriventtiiliä käsiteltäessä sen esisäätöarvoa ei saa muuttaa.

Patteriventtiili purettuna

Lämmityksen säätöventtiili ja termostaatti

Lämmityksen säätöventtiili voi olla kesäkauden jälkeen jumiutunut, tai siinä voi olla sisäinen vuoto. Vuoto voi olla aiheutunut venttiilin likaantuneista pinnoista. Lämmitysverkoston säätöventtiilin huono toiminta voi ilmetä esimerkiksi vääränlämpöisenä lämmitysverkoston vetenä. Ongelmia voivat aiheuttaa venttiilin toimintaa ohjaavan laitteiston rikkoutuminen ja ohjelmistovirheet. Huonon toiminnan syy täytyy aina selvittää ja korjata.

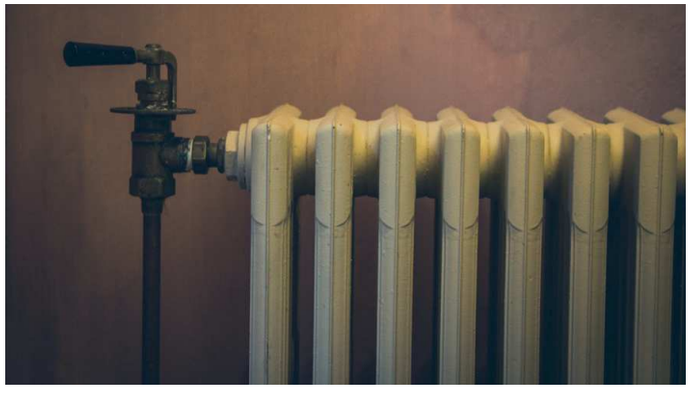
Smart Home

Lämmitysjärjestelmän ulkolämpömittari

Solukumilla eristettyä IV-kanavaa (kuva: Jari Ketola)

Termostaatti sisäkäyttöön

Putken eristys kannakkeen kohdalta solukumieristyksessä



Vanha patteri säätimineen

Eristeet

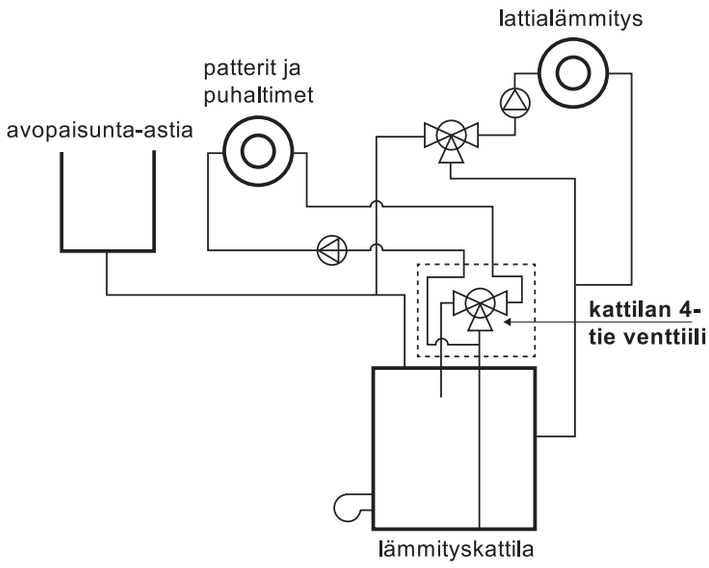
Kondenssieristys ja lämmöneristys ovat eri tarpeeseen tehtäviä eristyksiä. Asentajan täytyy tietää, miksi eristys on tehty, jotta hän voi arvioida oikein sen kunnon ja huollon tarpeen. On huomattava, että jos asentajasta tuntuu mahdolliselta, että vanhassa eristeessä on käytetty asbestia, asia on selvitettävä.

Eristyksiä korjatessa kannattaa arvioida ensin, millä tavalla kunnostus on edullisinta ja järkevintä tehdä. Eristevalmistajilla on eristesukkia ja kouruja sekä valmiita kulmakappaleita, joita voi olla järkevä hyödyntää.

Ilmaus

Jos patteriverkosto pulputtaa tai pitää jotain muuta ääntä, verkostossa on todennäköisesti ilmaa. Verkostoon voi tulla ilmaa vedestä, jos verkosto on vasta täytetty hapekkaalla uudella vedellä eikä ilmanpoistolaitteistoa ole käytetty. Ilman pääsy suljettuun verkostoon voi joskus johtua myös laitteistotai putkistoviasta. Patteriverkostoon voi tulla ilmaa esimerkiksi rikkoutuneesta kalvopaisunta-astiasta.

Ilmaaminen täytyy tehdä manuaalisesti tai järjestelmään laitetun mekaanisen ilmanpoistimen avulla. Avoimessa järjestelmässä ilma poistuu usein avoastian kautta, mutta toisaalta järjestelmän vesi on usein hapekasta ja siitä myös erottuu happea.



Avoin vesikiertoinen järjestelmä

Suurten rakennuskohtaisten tai rakennuksen osia palvelevien ilmanvaihtokoneiden lämmityspattereiden huolto on tehtävä kerran vuodessa. Osana huoltoa on ilmaustarpeen tarkistaminen. Lämmitysosan putkikiertoihin on saattanut päästä ilmaa muualta järjestelmästä. Ilmaus suoritetaan tavallisesti jakotukin yläpäässä olevan ilmausruuvin kautta valmistajan ohjeita noudattaen.

Automaattinen ilmanpoistin

Automaattista ilmanpoistinta ei asentajan tarvitse käyttää. Sen toimintaa seurataan ja todetaan, toimiiko se oikein. Tarvittaessa se uusitaan tai huolletaan valmistajan ohjeita noudattaen.

Automaattinen ilmanpoistin

Varoventtiili

Lämmitysjärjestelmässä varoventtiilin avautumispaine on 1,5–2,5 baaria, ja varoventtiili on valittava oikein. Käyttövedessä varoventtiilin avautumispaine on 10 baaria. Varminta on vaihdon yhteydessä laittaa samanlainen varoventtiili kuin ennenkin, mutta sen avautumispaine on silti tarkistettava. Vaihdon yhteydessä venttiilin toiminta pitää ehdottomasti tarkistaa.

Varoventtiili (kuva: Jari Ketola)

Varoventtiilin toiminta on kokeiltava säännöllisesti.

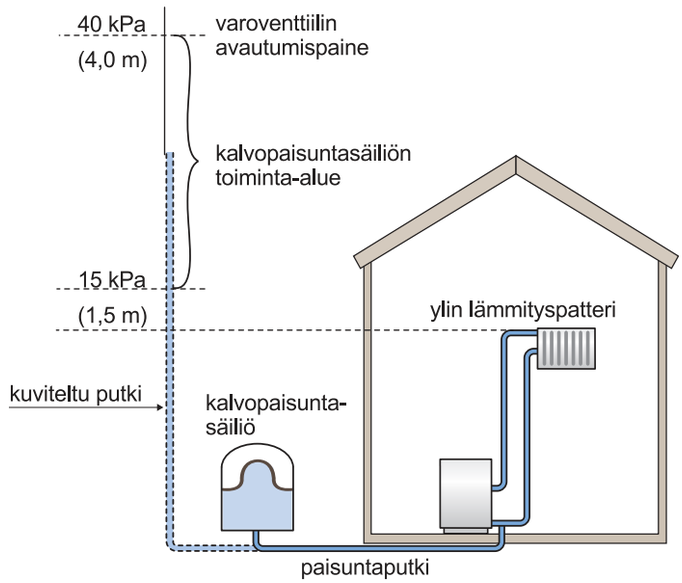
Varoventtiili vuotaa, jos sen avautumispaine on liian alhainen. Vuodon voi aiheuttaa myös likaantuminen tai roska venttiilissä. Varoventtiilin vuoto voi myös olla vihje siitä, että lämmönsiirtimessä on sisäinen vuoto. Varoventtiilistä voi lisäksi tulla vettä sen vuoksi, että lämmitysjärjestelmän täyttöventtiili on jäänyt auki.

Varoventtiili on tärkeä laite. Sitä ei saa koskaan jättää pois järjestelmästä, eikä sen toimintaa saa estää. Jos kalvopaisunta-astia on liian pieni, varoventtiili voi alkaa vuotaa, koska vesi ei mahdu paisumaan tarpeeksi ja varoventtiili joutuu päästämään ylimääräistä painetta ulos järjestelmästä.

Kalvopaisunta-astia

Kalvopaisunta-astia on mitoitettu suunnittelijan tai valmistajan toimesta järjestelmään sopivaksi. Järjestelmittäin kalvopaisunta-astiaan laitetaan erisuuruinen paine esimerkiksi talon kerrosten määrän mukaan. Tyypillisesti yksikerroksisessa asuintalossa kalvopaisunta-astian esipaine on noin 0,5 baaria. Kalvopaisunta-astioiden paineet voivat kuitenkin vaihdella 0,5 ja 6 baarin välillä. Yleensä esipaine on 0,2 baaria suurempi kuin järjestelmän staattinen paine.

Talon korkeus vaikuttaa kalvopaisuta-astian esipaineeseen.



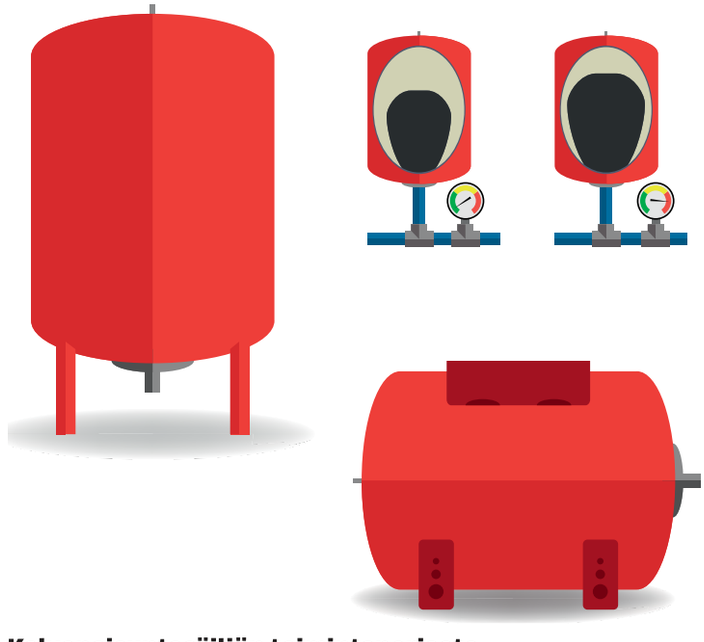
Kalvopaisunta-astian kalvon kunto tarkistetaan kokeilemalla venttiilin neulaa painamalla, onko astian sisällä vettä vai kaasua. Painetta voidaan lisätä lisäämällä kalvopaisunta-astiaan täyttöventtiilin kautta typpeä. Paine tarkistetaan tarkkuuspainemittarilla. Paineen lisäys tehdään siten, että kalvopaisunta-astia on vesipuolelta paineeton. Tämä voidaan tehdä esimerkiksi laittamalla järjestelmän ja astian välinen sulku kiinni sekä laskemalla paine ulos astian vesipuolelta.

Joissakin järjestelmissä käytetään pumpulla tai kompressorilla ohjattavia kalvopaisunta-automaatteja. Niiden huollossa tarvitaan kokenut putkiasentaja. Yleisesti käytetään myös paisunta-automaatteja, joissa on kaasunpoisto. Tällaiset erityislaitteet pitää tunnistaa, ja niiden huolto tulee selvittää erikseen.

Paisunta-astiateline

Lämmitysverkoston paineen nousu

Jos lämmitysverkoston paine nousee itsekseen, paisunta-astia on rikki tai täyttöventtiilissä on vuoto.



Kalvopaisuntasäiliön toimintaperiaate

Lämmitysverkoston painemittari normaalissa käyttöpaineessa, noin 2 bar

Mudanerotin ja sihdit

Mudanerottimesta käytetään myös nimitystä lianerotin. Likaantumisen ensioireena voi olla lämpimän käyttöveden alhainen lämpötila.

Mudanerotin vesimittarin yhteydessä

Kaukolämmön suodattimen (ja mudanerottimen) kunnon tarkastus

Jos käyttöveden lämpö on laskenut normaalia alemmaksi, alle 50–55 °C:seen, mudanerottimen voidaan epäillä täyttyneen. Vihjeitä tästä antaa myös se, että ensiöpuolen painemittarit ovat lähes samoissa lukemissa.

Vesimittari ja mudanerotin

Asbestivaarojen huomaaminen

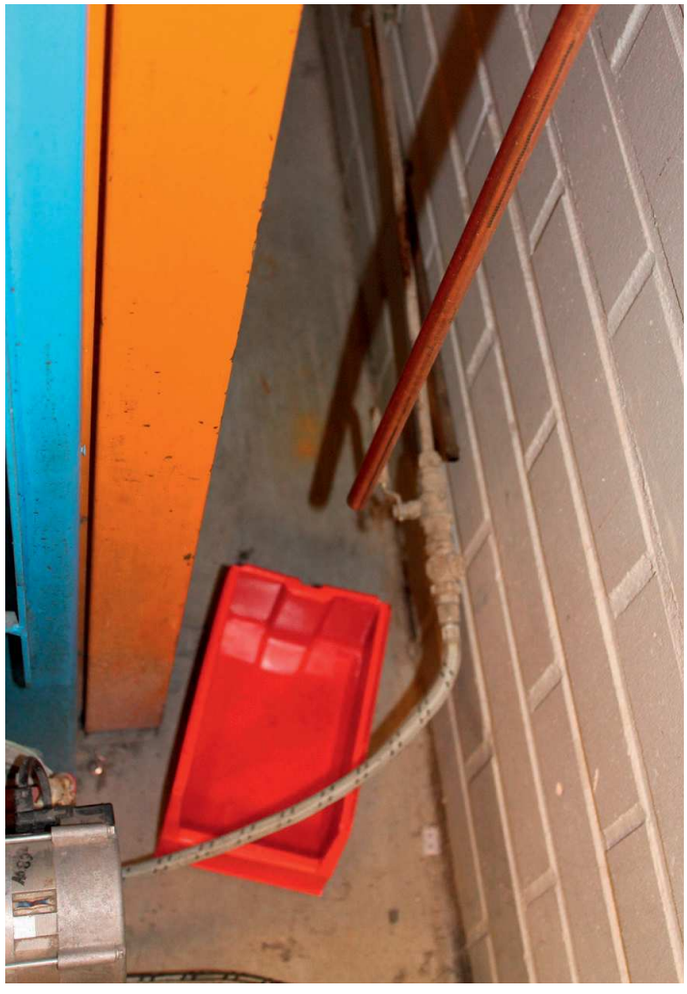
Asbestitöistä on säädetty lailla ja asetuksella. Asbestia on käytetty aikoinaan paljon eristeenä ja rakennusmateriaaleissa. Pölyävä asbesti on vaarallista, eikä sitä saa käsitellä ilman asianmukaisia varusteita, suojausta ja koulutusta. Asbestia saa purkaa vain siihen erikoistunut yritys. Tavallisen talotekniikka-asentajan taas tulee osata tunnistaa asbesti ja sen vaarat ja tilata asiaan perehtynyt asiantuntija selvittämään asbestiepäily tarkemmin. Lisätietoa asbestista saa Työterveyslaitoksen oppaasta "Asbestikuitujen löytyminen työtiloista".

Asbestia

Vesivahinko

Avoin lämmitysjärjestelmä voi aiheuttaa vesivahingon, jos sen täyttää liian täyteen. Liian täysi paisunta-astia tulvii yli, kun vesi lämpenee. Myös viallinen täyttöventtiili voi aiheuttaa paisunta-astian tulvinnan.

Varoventtiilin vesi täytyy johtaa lattiakaivoon. Asennusohjeissa sanotaan, että varoventtiilin poistoputken täytyy olla mahdollisimman lyhyt. Tarvittaessa vesi varoventtiililtä tulee johtaa esimerkiksi suppilon avulla viemäriin ja lattiakaivolle.



Vesikippo vuotavan varoventtiilin alla (kuva: Jari Ketola)

Ilmanvaihtokoneiden ja jäähdytyskoneiden tippavedet eli kondenssivesi täytyy johtaa hallitusti viemäriin. Huonosti eristetyt putket ja kanavat voivat myös kondensoida kosteissa tiloissa tai kesäaikana, kun ilman kosteus on suuri. Eristeet täytyy tarvittaessa korjata, ja jos putki on mahdotonta eristää, kondenssivesi täytyy huomioida muuten rakenteellisesti.

Kondensoiva kupariputki

Vesivahingon syynä on usein lattiakaivojen väärä asennus. Myös ikääntyneet materiaalit ja muu rikkoutuminen lattiakaivon ja vedeneristeen liitoskohdassa aiheuttavat ongelmia.

Lattiakaivon sisältä voi tarkistaa vedeneristeen kiinnipysymisen. Vedeneristeen tai sen peittävän liimamassan olisi syytä näkyä hiukan kaivon sisällä kiristysrenkaan alta. Silloin voi olla varma, että se on paikoillaan. Kaivon pitää olla myös tukevasti paikoillaan. Samoin esimerkiksi kaivon vieressä muovimaton pitää olla kunnolla alustassaan kiinni.

Kaikissa läpivienneissä myös seinillä täytyy olla kosteussulku oikein tehtynä, ehyenä ja paikoillaan. Seiniin tehdyt ruuvikiinnitykset ja vastaavat vedeneristyksen rikkovat poraukset täytyy varmistaa tarkoitukseen sopivalla tiivistemassalla, ettei niistä pääse kosteutta rakenteisiin.

Kuivauksen tarpeellisuus ja homevaurioiden aiheuttamisen vaara

Vesivahinkoja tutkiessaan asentaja voi joutua pohtimaan kuivauksen tarpeellisuutta. Kuivaus on lähes aina pakollista. Kuivauksen nopea aloitus säästää aikaa ja mahdollistaa myös töiden hyvän etenemisen. Asiantuntija arvioi sen jälkeen eri menetelmin, miten kuivaus kannattaa tehdä ja kuinka kauan sitä jatketaan. Homevaurio syntyy nopeasti, jos tuuletusta ja kuivausta ei aloiteta. Kuivausta voidaan tehdä eri tavoin ja laittein, mutta yleensä niihin kaikkiin liittyy kunnollisen ilmanvaihdon järjestäminen kuivattavaan tilaan. Kosteus ei saa jäädä pyörimään kuivattavaan tilaan.

Homevaurio rakenteissa

Kosteusvaurio katossa. Vesi valuu.

Puhallin ja putki ulos kuivattavasta huoneesta: ulkomainen rakenteiden kuivaustapa

Tiivisteet

Lämmitysjärjestelmän tiivisteiden valinnassa täytyy olla huolellinen. Tiivisteiden lämmön ja kemikaalien keston täytyy täyttää vaatimukset. Paineenkesto täytyy myös huomioida.

O-renkaita

Kuminen lattatiiviste

Kuitutiivisteitä ja vahvistettuja tiivisteitä

Valmistajat suosittelevat tuotteilleen sopivat tiivisteet. Tiivisteiden kanssa käytetään myös liimoja ja liukuaineita. Niidenkin sopivuus kannatta aina varmistaa ja lisäksi huomioida myös raaka-aineiden yhteensopivuus.

Varmista tiivisteen materiaalin sopivuus käyttöympäristöönsä.

Viemäriputken tiiviste

Syöttösekoitusventtiili (kuva: Oras)

Esimerkiksi vesimittarin tiivisteen asennus pitää suorittaa huolellisesti ohjeen mukaan. Tiivisteet voivat kovettua ja halkeilla vanhetessaan. Asennuksessa on aina huolehdittava tiivistepintojen puhtaudesta ja suoruudesta. Vanhaa liitosta avattaessa on yleensä tarpeen vaihtaa siihen tiivisteet.

Kolmitieventtiili

Kolmitieventtiili voi olla jumissa, jolloin se ei säädy. Tämä ilmenee väärän lämpöisenä patteriverkoston vetenä tai lattialämmityspiirissä. Kolmitieventtiiliä kutsutaan myös suntiksi tai sunttiventtiiliksi, joka sunttaa verkoston vettä. Lämpimän käyttöveden säätöventtiili, syöttösekoitusventtiili, on myös kolmitieventtiili. Sen huono toiminta oireilee väärän lämpöisenä käyttövetenä. Toimimaton kolmitieventtiili voi aiheuttaa käyttäjälle palovammoja tai Legionella-bakteerista johtuvan keuhkokuumeen.

Korjaustarpeen arviointi ja kiireellisyys

Korjaustarpeen kiireellisyyttä pohdittaessa on erityisesti huomioitava vesivahinkojen aiheuttamat ongelmat. Yleensä on tarpeen aloittaa korjaus välittömästi, jos vettä menee rakenteiden sisään tai vuoto muuten aiheuttaa merkittävää haittaa.

Vuotava WC-istuin

Vuodon määrä on helppo selvittää, mutta sen korjauksen kiireellisyyden arviointiin tarvitaan kokemusta.

LV-järjestelmien laitteiden vaihdot ja huollot

Kaikissa toimissa täytyy huomioida asiakkaan tarpeet ja tarpeettomien kulujen synnyn ehkäisy. Työturvallisuus ja valmistajan ohjeiden noudattaminen varmistavat hyvän lopputuloksen. Seuraavassa luetellaan töitä, joita asentajan pitää osata:

- ilmaus ja automaattisen ilmanpoistimen toiminnan tarkistaminen
- pumpun vaihto
- lämmönsiirtimen vaihto
- tiivisteet
- sulkujen vaihto
- mittareiden vaihto
- kalvopaisunta-astia: esipaine ja vaihtaminen
- jäädytys
- vesivahinkojen ehkäisy
- ensiapu vuotoon
- lämmityksen säätöventtiilin manuaalinen käyttö ja toimivuuden toteaminen
- eristeiden kunnon tarkastus ja asbestilta suojautuminen.

Käyttäjien opastus tilapäisjärjestelyistä

Lisälämmityksen tarve täytyy huomioida erityisesti aina talviaikaan. Asukkaiden tottumukset ja esimerkiksi ikä voivat myös vaikuttaa siihen, joten koskaan ei voi olla täysin varma siitä, kuinka paljon lisälämmitystä tarvitaan. Kannattaa kuitenkin varautua yllättäviin säämuutoksiin ja aikataulujen muuttumiseen. Talotekniikka-asentajan on myös osattava muotoilla tiedotteita asukkaille. Asiaa voi harjoitella myös esimerkiksi äidinkielentunneilla.

Tilapäisjärjestelyt pitää suunnitella etukäteen.

Jännitteettömäksi tekeminen

Sähkötyöt ovat usein luvanvaraisia. Niitä saavat tehdä vain koulutetut ja luvan saaneet henkilöt. Sähkötöistä säädetään laissa. Joitakin sähkötöitä saavat tehdä myös maallikot (ks. esim. www.tukes.fi). Sähkötöitä valvoo ja johtaa siihen pätevä henkilö. Joskus hänen valvonnassaan ja johdollaan myös talotekniikka-asentaja voi tehdä sähkölaitteen jännitteettömäksi.

Sulut

Niin sanotun kesäsulun toiminta on uusissa lämmönsiirrinpaketeissa automaattinen. On kuitenkin syytä selvittää kesäsulun paikka ja käyttö myös uusissa järjestelmissä. Kesäsulkua voidaan käyttää rakennuksen lämmityksen katkaisemiseksi siten, että käyttövesi kuitenkin edelleen lämpenee kaukolämmöllä.

Sulut suljetaan rauhallisesti paineiskujen välttämiseksi.

Kahvallinen sulkuventtiili

Kuulasulkuventtiili

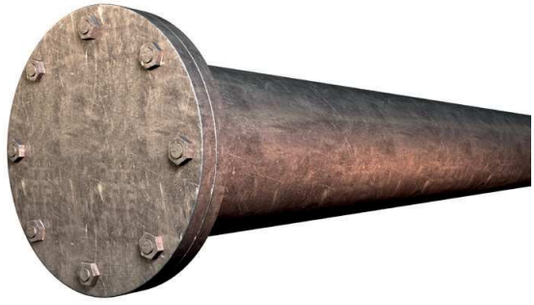
Käsisäätöpyörä

Kalustekohtaisia sulkuja käytetään käyttövesipuolella helpottamaan huoltoa ja korjauksia. Talojohdossa on oma sulkunsa, jonka avulla tontille tuleva vesi voidaan katkaista.

Patteriverkostossa patteri voidaan sulkea kierrosta pois sen liitosventtiilien avulla. Myös sulkeutuvia linjansäätöventtiileitä voidaan käyttää verkoston osan erottamisen muuta lämmityspiiristä.

Irrotus muusta verkostosta tai järjestelmästä, sokeointi

Jossakin töissä osa putkistosta joudutaan irrottamaan muusta verkostosta. Katkoskohta voidaan silloin usein ohittaa, mikä turvaa asiakkaille esimerkiksi lämmön saannin korjattavan alueen jälkeen. Kun verkosto katkaistaan, on turvallista laittaa katkaisukohtiin sulkujen lisäksi väliaikaiset tulpat eli ”sokeat”. Umpilaipat estävät tapaturmaisen paineisen nesteen syöksymisen korjausalueelle.



Umpilaippa

Laippaan laitetaan tiiviste myös sokeoinnissa.

”Sokeita” laippoja

Lippusiiman ja oman turvalukon käyttö

Lippusiimaa käytetään erottamaan väliaikainen työmaa-alue. Työturvallisuuden vuoksi on syytä estää asiattomien satunnainen kulku työmaa-alueelle.

Asentajalla on myös tarpeellista olla ylimääräinen riippulukko kytkimien lukitukseen. Riippulukkoa voi käyttää kaukokäynnistyksen estoon.

Lippusiimalla erotettu asennustyö (kuva: Jari Ketola)

1. Tee kirjallinen urakkasopimus pienestä LVI-huoltotyöstä, kuten WC-istuimen vaihdosta.

2. Tutustu laitteiden käynnin valvontaan ja ajastamiseen tietokoneella.

3. Selvitä kahdelta eri IV-konevalmistajalta, mikä on heidän suodattimiensa vaihtoväli ja mitkä tuolloin ovat paine-eromittarin näyttämät.

4. Harjoittele kiertovesipumpun LKV-tiivisteiden vaihtoa. Etsi oikeanlaiset tiivisteet ja valitse sopivat työkalut.

5. Ota valokuva jostakin huoltokohteesta ja laadi sen perusteella tarvike- ja työkalulista huoltoa varten.

6. Tutustu silikonin ja liimamassojen ominaisuuksiin. Millä niitä pyyhitään märkänä ja miten kuivunut tuote poistetaan? Mitä tarvitaan siistin sauman tekemiseen ja miten se tehdään?

7. Valitse työkalut ja materiaalit pesuallashanan vaihtoa varten. Tee tarvike- ja työkalulista etukäteen. Vaihda hana kyseisillä välineillä.

8. Selvitä laiteryhmittäin, mitä asioita laitteistojen määräaikaishuollossa tehdään.

9. Selvitä tavanomaisten taloteknisten laitteiden teknisiä käyttöikiä. Laadi asiasta taulukko.

10. Etsikää ryhmätyönä koulun työpajan kaikista harjoituspisteistä LV-laitteet ja niiden osat ja selvittäkää, miten huollontarve voi niissä ilmetä.

11. Harjoitelkaa pareittain huoltotyöstä (esim. WC-istuimen vaihto) tiedottamista. Kertokaa vuorotellen, minkä huoltotyön aiotte tehdä ja miten. Voitte myös videoida esityksenne.

12. Kerrostaloyhtiössä suoritetaan LVI-huoltotöitä. Kenelle asiasta pitää kertoa ja mitä? Milloin olisi hyvä tehdä ensimmäinen tiedottamiskierros?

13. Etsi tietoa eri valmistajien keittiöhanoista ja vertaile niiden virtaamia.

14. Mitä pieniä huoltotöitä voi ja pitää neuvoa asiakkaalle?

15. Harjoittele WC-kalusteiden iän tunnistamista esimerkiksi tutustumalla hanojen leimoihin ja istuimien ulkomuotoihin ja painonappeihin.

16. Millaiset ovat talotekniikka-asentajan tavanomaiset työvaatteet? Entä millaiset kengät ovat sopivat mihinkin asennustilanteeseen?

17. Harjoittele työn dokumentointia mobiililaitteilla. Tee kuvakertomus jostakin sovitusta harjoitustyöstä.

18. Kirjoita opettajan valitsemasta aiheesta tiedote käsin ensin ilman valmista pohjaa ja sen jälkeen valmiiseen pohjaan.

19. Harjoittele tukirakenteiden laittoa levyseinän sisälle oikeaan kohtaan lavuaarin kiinnitykseen.

20. Keksikää pareittain asioita, joihin asentaja voi tarvita asiantuntijan neuvoja, ja selvittäkää, mistä niihin sitä voi saada.

21. Harjoittele kalvopaisunta-astian paineen toteamista ja oikean paineen asettamista.

22. Harjoittele Oraksen termostaattisen suihkusekoittajan säätöä.

23. Tee keittiöhanaan vika siten, että se tiputtaa vettä.

24. Harjoittele seinä-WC-asennustelineen asennusta ja vesijohtojen kunnollista kiinnitystä.

25. Asenna vesipostiventtiili seinään ohjeen mukaan.

26. Harjoittele lattiakaivon purkamista.

27. Harjoittele vesikalusteiden vaihtoa opettajan ohjeiden mukaan.

28. Harjoittele paineisen kylmävesilinjan kuulasulkuventtiilin asennusta jäähdyttämällä.

29. Harjoittele pumpun pesän irrotusta ja tutustu sen toimintaan ja vauriomahdollisuuksiin.

30. Harjoittele patteriverkoston ilmaustarpeen arviointia korvakuulolla ja tarvittaessa ilmausta.

31. Harjoittele lämpömittareiden ja antureiden toiminnan varmistamista kokeillen.

32. Rakenna LKV-systeemi, jossa vesi pääsee kiertämään hanan kautta, ja selvitä, mistä se johtuu.

33. Tutki syöttösekoitusventtiilin toimintaa.

34. Harjoittele painemittarin ja LVK-lämpömittarin testausta.

35. Harjoittele patteriventtiilien vaihtoa ja lattialämmityksen termostattien asennusta.

36. Harjoittele säätöventtiilin tiivistepintojen puhdistusta ja roskien poistoa sisältä ennen asennusta sekä säätöventtiilin vaihtamista.

37. Harjoittele putken eristystä solukumilla ja villalla.

38. Harjoittele IV-kanavan 90°:n mutkan eristämistä useilla eri tavoilla.

39. Harjoittele IV-koneen lämmityspatterin ilmausta ja asunnon vesikiertoisen lämmitysjärjestelmän ilmausta.

40. Irrota massatiiviste ja puhdista pinnat kaavaimella.

41. Vaihda varoventtiili ja kokeile sen toimintaa.

42. Harjoittele paineen tarkistusta ja lisäystä kalvopaisunta-astiaan.

43. Avaa ja puhdista mudanerotin.

44. Tarkasta syöttösekoitusventtiilin toiminta hanasta lämpömittarilla.

45. Tutki WC-istuimen vuotoa WC-paperilla.

46. Laadi opettajan antaman mallin pohjalta kerrostalon asukkaille mahdollisimman ytimekäs tiedote tilapäisjärjestelyistä.

47. Irrota jännitteettömäksi tehty kiertovesipumppu ja tutustu sen sähkökytkentään.

48. Vaihda paineisessa systeemissä oleva patteri.

49. Sokeoi putkiliitos peltisellä umpilaipalla ja valitse ja asettele siihen oikeat tiivisteet.

50. Erota harjoitustyössä käyttämäsi työalue muulta kulkemiselta lippusiimalla.

51. Kokeile oman riippulukon käyttöä turvakytkimissä.

7.
PUTKISTOT

7.1 Kupariputket

Ominaisuudet ja osat

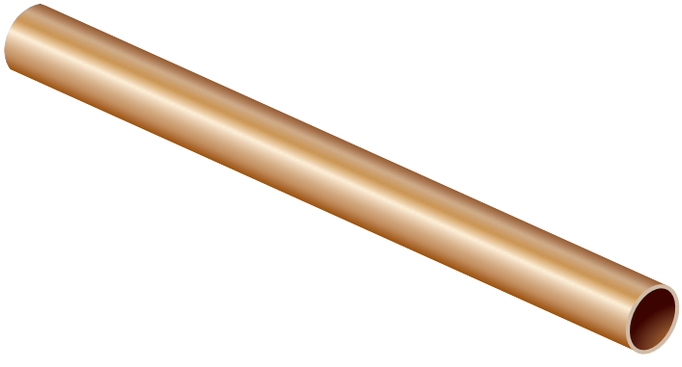
Kuparin kemiallinen merkki on Cu, ja se kuuluu metallien ryhmään. Kemiallisen määritelmän mukaan kupari on jalometalli. Koostumukseltaan kupari on happea läpäisemätöntä, pehmeää, punaruskeaa, sitkeää metallia, ja se on huono kasvualusta bakteereille.

Kuparia voidaan jalostaa myös moniin eri käyttötarkoituksiin. Kun kupariin esimerkiksi lisätään tinaa, saadaan pronssia, joka on paljon kuparia kovempaa metallia. Kun taas siihen lisätään sinkkiä, saadaan messinkiä, joka kestää erittäin hyvin korroosiota.

Kun kuparia lämmitetään eli hehkutetaan, se muuttuu pehmeämmäksi ja joustavammaksi.

Näiden ominaisuuksien perusteella kupariputket sopivat kaikkiin taloteknisiin järjestelmiin:

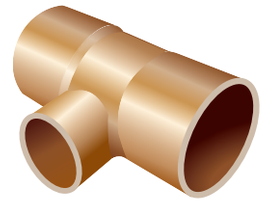
- aurinkojärjestelmät
- jäähdytysjärjestelmät
- kaasujärjestelmät
- käyttövesijärjestelmät
- lämmitysjärjestelmät
- maalämpöjärjestelmät
- sadevesijärjestelmät
- öljyjärjestelmät.



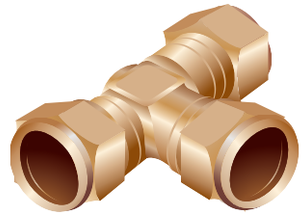
Kupariputki

Yleisimmät kupariputken liitostavat ovat 1. puristusliitos, 2. kapillaariliitos, 3. puserrusliitos ja 4. kierteellinen liitin.

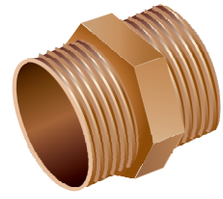
1



2



3

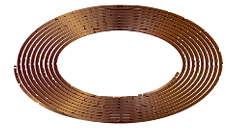


4

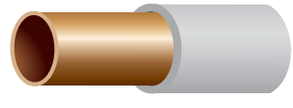
Kupariputket voidaan jakaa seuraaviin ryhmiin:

1. suorat kupariputket
2. kiepillä olevat kupariputket
3. muovipäällysteiset kupariputket
   - vuotovesisuojalla varustettuja putkia, joita voi asentaa turvallisesti myös väliseinien sisälle
4. kromatut kupariputket
   - käytetään niin sanottuihin pinta-asennuksiin, jolloin halutaan siisti lopputulos.

1



2



3

4

Liitokset

JUOTOSLIITOS. Kovajuottamisella tarkoitetaan juottamista, jossa käytettävä lämpötila on yli 450 °C. Tätä alhaisemmalla lämmöllä tehdyt juotokset luokitellaan pehmeäjuotoksiksi.

Putkitöissä juottamisella on ollut keskeinen osa kupariputkien liittämisessä, vaikka niin sanotut helmi- ja puristusliitokset ovatkin nykyisin yleistyneet. Juotosliitokset ovat edullisen hintansa vuoksi kuitenkin edelleen yleisiä.

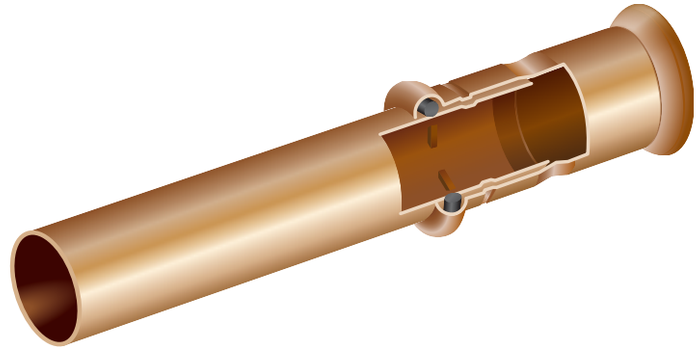
Kupariputkien liittämiseen tarvitaan hopeaa sisältävää juotetta (fosforikupari) ja juottamisen onnistumiseksi tarvitaan 600–750 °C:n lämpötila. Putkien juottamisessa käytetään fosforikuparia, joka kapillaarisesti täyttää kappaleiden välin ja liittää ne näin toisiinsa kiinni.

> Jos lämpötila on liian kuuma, kuparissa tapahtuu rakennemuutos, joka heikentää materiaalia ja saattaa aiheuttaa repeämän.

Prosessi:

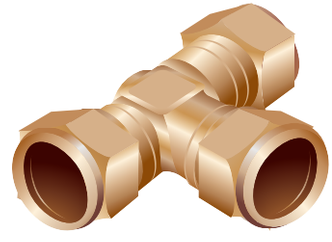
1. Katkaise kupariputki putkileikkurilla oikean mittaiseksi.
2. Poista putken sisäpuolelle muodostunut kurouma jäysteen poistajalla.
3. Karhenna putken ulkopinta ja kapillaariyhteen sisäpinta.
4. Lämmitä kupariputken liitoskohta tasaisesti punertavaksi.
5. Lisää juotetta suunnilleen putken halkaisijan verran. Pidä liitoskohta koko ajan oikeassa lämpötilassa kaasupolttimen avulla. Juotteen pitäisi nyt juosta kapillaarisesti putkien väliin muodostuneeseen tilaan, jos väli on sopiva.

PURISTUSLIITOKSEN tekemiseen tarvitaan puristustyökalu, jonka leuat asennetaan tarkasti niille tarkoitetulle paikalle. Tämän jälkeen leuat puristavat liitososan tiukasti putken ympärille. Liitososassa on sisällä tiivisterengas, joka tiivistää liitoksen. Puristusliittimet voidaan asentaa näkyville tai rakenteiden sisään. Jos putkisto asennetaan rakenteen sisälle, se tulee aina ennen käyttöönottoa koeponnistaa. Puristusliitos on nopea ja turvallinen tapa rakentaa putkistoja silloin, kun tulityöt eivät ole mahdollisia.



Puristusliitoksen periaate

PUSERRUSLIITOKSESSA eli helmiliitoksessa käytetään liittimiä, jotka ovat kokonaan metallia (messinkiä). Liittimiä on saatavana perinteisen messingin värisinä ja kromattuina. Kromattuja osia käytetään yleisesti silloin, kun putkisto rakennetaan pinta-asennuksena, jolloin kaikki osat jätetään näkyville ja kannakoidaan tilan seiniin.



Puserrusliitososa

> Puristus- ja puserrusliitoksia EI saa ikinä jättää rakenteen sisälle.

Puserrusliittimiä on kymmeniä erilaisia niin putken jatkamiseen, kokomuunnoksiin kuin kulmiin ja haaroituksiin. Yksi niiden eduista on mekaaninen liitostapa, jonka ansiosta tulitöitä ei tarvitse tehdä.

Asennus:

Puserrusliittimeen kuuluu runko-osa, kiristysosa (helmi) ja kiristin.

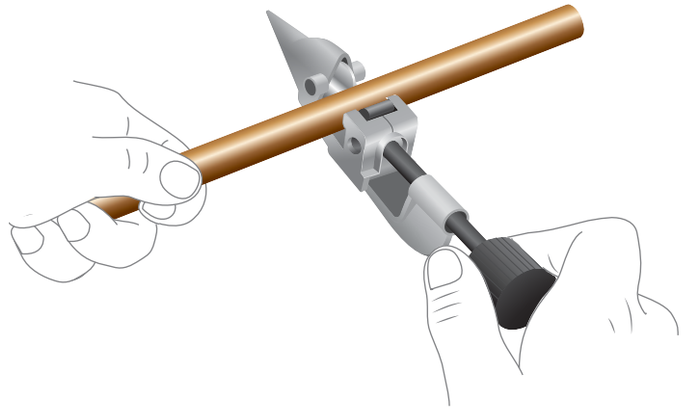
1. Pujotetaan kiristinmutteri asennettavan putken ympärille.
2. Pujotetaan helmi asennettavan putken ympärille.
3. Asennetaan tukiholkki putken sisälle (pehmeisiin putkiin).
4. Asennetaan putki runkoon.
5. Kiristetään koko paketti tiukasti kiinni pyörittämällä kiristinmutteri rungon kierteisiin.

Esimerkki puserrusliittimen käyttämisestä putkiston jatkamiseen

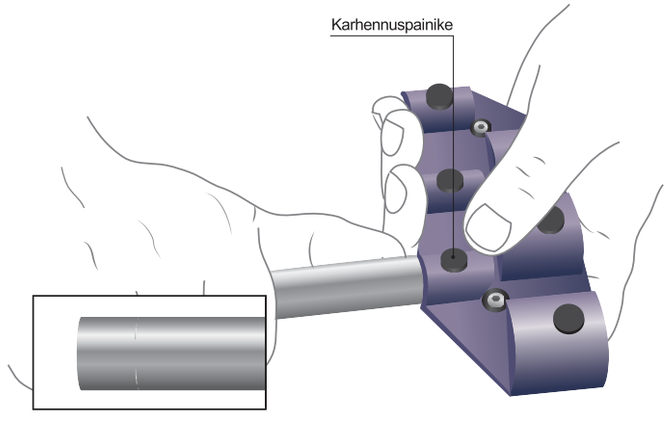
PISTOLIITOSTA käytetään hankalissa asennuskohteissa, joissa työskentelytilaa on niukasti. Sitä voidaan käyttää esimerkiksi allaskaapeissa tehtävien vesijohtojen ja hanan liittämisessä. Pistoliittimessä on ruostumattomasta teräksestä tehdyt ”hampaat”, joiden avulla liitin pureutuu kupariputkeen. Liitin voidaan jälkikäteen myös irrottaa työkalulla. Pistoliitosta käytetään silloin, kun ei voida tehdä tulitöitä, sekä ahtaissa tiloissa.

Asennusohje tiivistettynä:

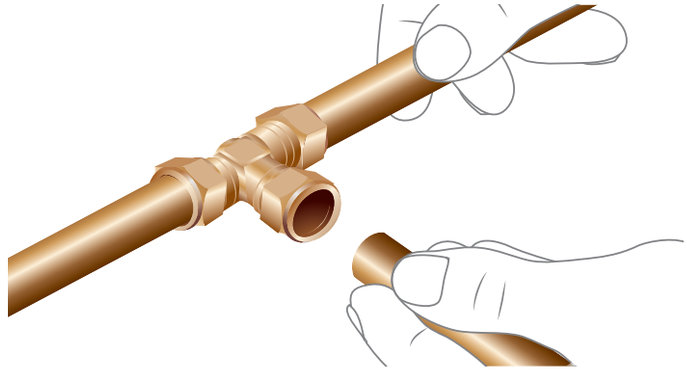
1. Katkaistaan putki putkileikkurilla.



2. Kromattujen putkien pintaan tulee tehdä tartuntaura siihen tarkoitetulla erillisellä työkalulla. Työkalu poistaa jäysteet automaattisesti.



3. Työnnetään putki hallitusti runko-osaan niin, että samalla hieman pyöritetään putkea. Vedetään putkea taaksepäin, jolloin putki lukittuu tiiviisti.



Eri liitosmenetelmien suositeltavia käyttökohteita

	Kovajuotos	Pehmeä -juotos	Puserrusliitin	Puristusliitin [4] (kumirenkaallinen)	Pistoliitin [5]
Vesijohdot	+	+	+	+	+
Lämmitys	+	+	+	+	+
Lattialämmitys [1]	+	+	+	+	+
Kylmäaine [2]	+		+		
Jäähdytys ja LTO [3]	+	+	+	+	+
Lääkkeelliset kaasut	+				
Öljyputket	+		+	+	
Aurinkolämmitys	+		+	+ [7]	
Nestekaasu	+		+	+	
Paineilma ja pneumatiikka	+	+	+	+ [6]	+ [6]
Sadevesi	+	+	+	+	+

1) Lattialämmitysputkisto lattiarakenteissa ilman liitoksia

2) Höyrystävät kylmäaineet

3) Vesi- ja vesiglykoliseokset

4) Puristusliittimien käyttöalueet vaihtelevat valmistajittain. Lisäksi esimerkiksi kaasu-asennuksiin on erikseen hyväksytyt liitintyypit. Lisätietoja saa liittimien valmistajalta.

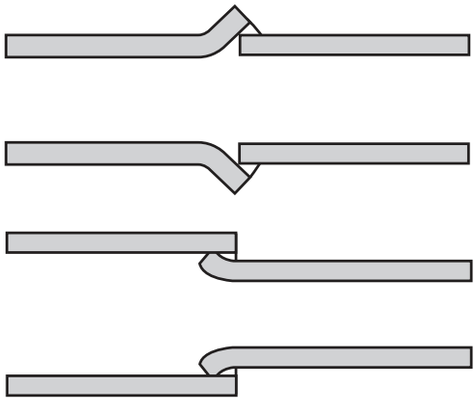
5) Pistoliittimien käyttöalueet vaihtelevat valmistajittain. Lisätietoja liittimien käytöstä erikoisputkistoihin ja tiedot tyyppi-hyväksynnästä saa liittimien valmistajalta.

6) Öljytön paineilma

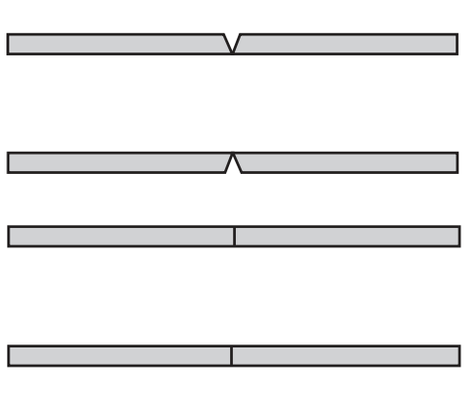
7) Liittimien tiivistetyyppi valitaan tarvittavan maksimilämpötilan mukaan.

Liitosvirheet

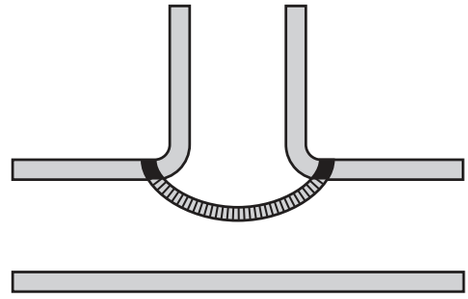
Putkistojen liitosvirheet aiheutuvat tietämättömyydestä, väärästä lämpötilasta tai vääränlaisista työkaluista. Nämä yhdessä vaikuttavat siihen, että putkistoon tulee välittömästi vuoto, se ei ole kestävä tai putkiston sisällä kulkevan nesteen virtaus vääristyy. Kun nesteen virtaukseen tulee pyörteitä, ne ajan kuluessa aiheuttaa putkeen sisältä päin kulumia ja vuodon.



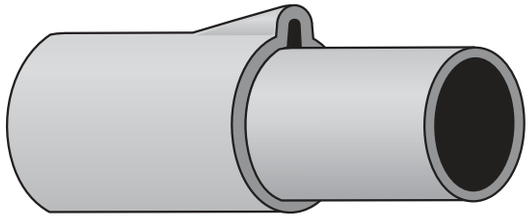
Kelloliitokset



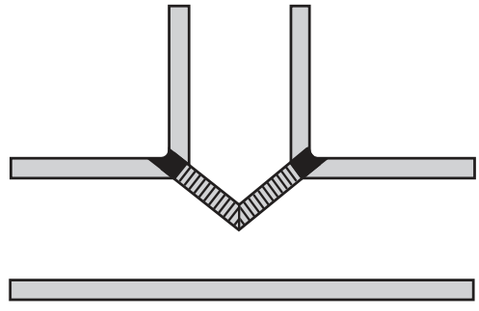
Päittäisliitokset



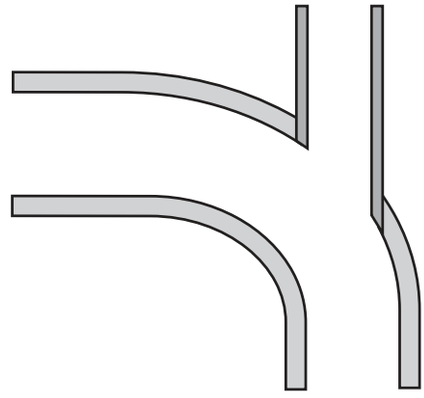
Satulaliitos



Rypistysliitos

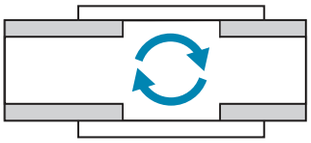


Suora satulaliitos

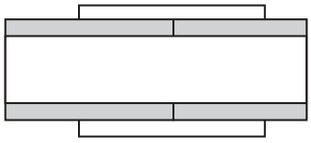


Haaroituksen teko putkitaipeeseen

Ei-suositeltavia liitoksia

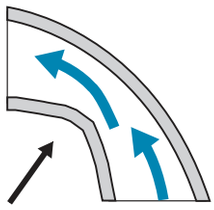


Väärin

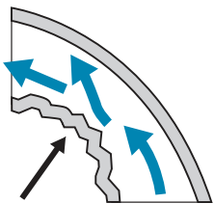


Oikein

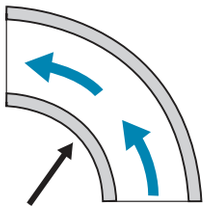
Jatkoliitokset



Väärin

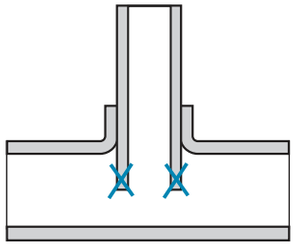


Väärin

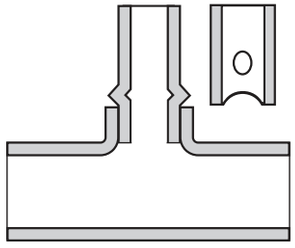


Oikein

Taivutuksia



Väärin



Oikein

Haaroitus

1. Miten puserrusliitos tehdään?

2. Miten kupari muuttuu, kun sitä jalostetaan sinkillä tai tinalla?

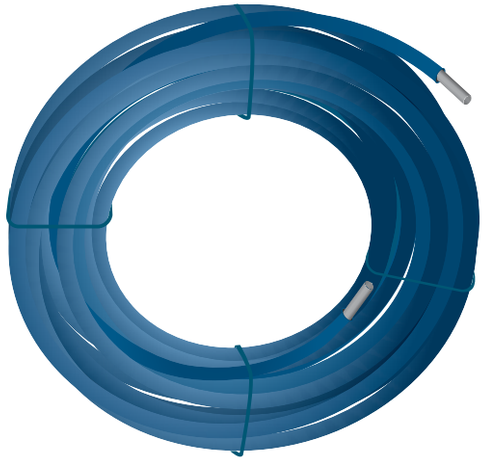
3. Valmista pajalla oikeanlainen jatkoliitos ja T-haaroitus.

4. Katkaise 5 cm pitkät pätkät kaikista erilaisista kupariputkista, jotka löydät työsalista, ja nimeä ne mahdollisimman tarkasti.

7.2 PEX-putket

Ominaisuudet ja käyttö

PEX-putkien käyttö pientalorakentamisen lämmitys- ja käyttövesiputkistona alkoi jo 1980-luvun loppupuolella, joten PEX-putkistojen rakentamisesta on Suomessa pitkä kokemus. Käyttövesiputkistoina PEX-järjestelmä on joustava, edullinen ja nopea asentaa. Kaikkia putkia on saatavana myös valmiiksi eristettynä. Käyttövesijärjestelmien rakentamisessa PEX-putket ovat käytännössä syrjäyttäneet kuparin, mikä johtuu kuparin korkeasta hinnasta PEX-muoviin verrattuna.



PEX-putki

PEX-putken nimessä PE tarkoittaa polyeteeniä ja X valmistuksessa käytettävää ristisilloitusmenetelmää. PEX-putket valmistetaan ristisilloitetusta polyeteenistä, jonka yleisimpänä ristisilloitusaineena käytettävän peroksidin (kova paine ja korkea lämpötila) avulla polyeteeniin muodostetaan vahvoja, hyvin lämpöä kestäviä kemiallisia sidoksia. Ristisilloitus voidaan tehdä myös säteilyttämällä. Tästä syystä PEX-putki kestää hyvin sekä erittäin alhaisia että erittäin korkeita lämpötiloja. PEX-putken rakenteeseen syntyy käytännössä kolmiulotteinen verkko, joka tekee PEX-putkista mekaanisesti erittäin vahvoja.

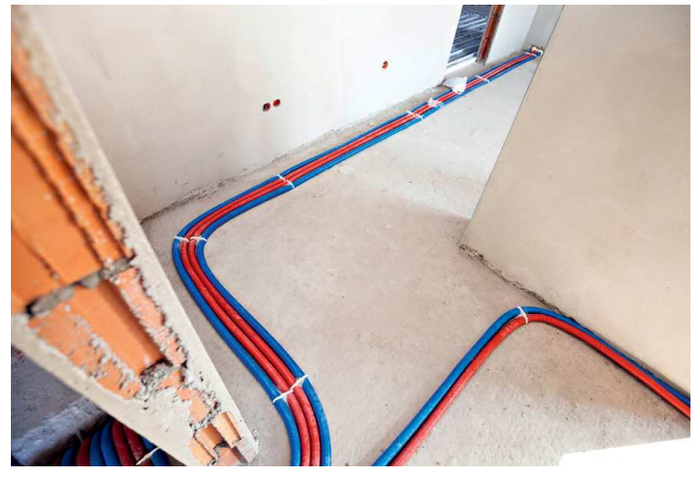
Koska PEX-putket sietävät kaikkia vesilaatuja ilman korroosioriskiä, ne ovat käytössä hygieenisiä ja erittäin pitkäikäisiä. Putkien liukas pinta myös estää tehokkaasti kerrostumien muodostumista putkien pintaan. Putket kestävät hyvin myös erilaisia pH-arvoja.

PEX-putket ovat hygieenisiä ja pitkäikäisiä.

PEX-putkilla on monia hyviä ominaisuuksia. Ne ovat esimerkiksi kevyitä ja helposti työstettäviä, jolloin työergonomiaan ei tarvitse kiinnittää niin paljoa huomioita kuin muiden raskaampien materiaalien käsittelyssä. PEX-materiaalilla on myös hyvä niin sanottu terminen muisti, jolloin lommolle vahingossa taivutettu putki voidaan palauttaa alkuperäiseen muotoonsa sitä lämmittämällä.

Katkaisutyökalu

PEX-putken työstäminen (mm. taivuttaminen ja katkaisu) on helppoa. Katkaisuun on kehitetty omat työkalunsa, jolloin putken katkaisu on vaivatonta ja nopeaa. Taivuttamisessa on kuitenkin muistettava minimitaivutussäteet, jotta vältetään putken meneminen lyttyyn ja vesivirtauksen estyminen.

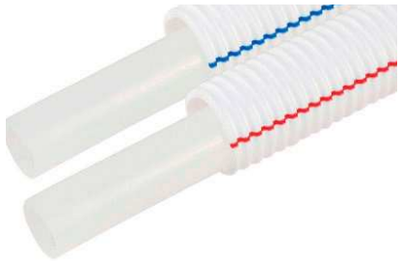


Käyttövesiputkisto

Kokonaan ongelmatonta PEX-putkien käyttö ei kuitenkaan ole. Tutkimuksissa on muun muassa todettu, että veden desinfioimisessa käytettävä kloori liuottaa PEX-putkistoista molekyylejä esimerkiksi juomaveteen. Toistaiseksi PEX-putkista irtoavien molekyylien terveysvaikutuksia ei ole tutkittu niin paljon, että voitaisiin todeta, että ne ovat terveydelle vaarallisia.

Työturvallisuus

Vaikka PEX on materiaalina helposti työstettävää, työturvallisuuteen on syytä kiinnittää huomiota. PEX-muovi on hyvin kimmoisaa, joten sen huolimattomasta käsittelystä työskentelyn aikana voi aiheutua tapaturmariskejä. Esimerkiksi lattialle jääneet irtoputket voivat aiheuttaa liukastumistapaturmia, joten jätteiden käsittelyyn tulee kiinnittää työmaalla erityistä huomiota. Myös putkien leikkauspinnat ovat teräviä, joten ne voivat helposti aiheutua esimerkiksi haavaumia. Kerästä auki kimmahtava putken pää taas voi silmään osuessaan aiheuttaa silmätapaturman.



PEX-putket suojaputkessa (värillisellä raidalla erotettuina) (kuva: Uponor)

Käyttövesijärjestelmässä vesijohtojen (PEX) suojaputkina käytetään värillisiä (sininen ja punainen) suojaputkia erottamaan kylmä ja kuuma puoli. Putkijärjestelmä voi myös olla pelkästään suojaputken värillisellä raidalla (sininen/punainen) erotettu. Suojaputki liitetään katkeamattomana aina jakotukilta hanakulmarasiaan, jolloin suojaputkituksesta tulee tiivis. Suojaputken tarkoituksena on ilmaista mahdollinen vesivuoto PEX-putkessa, esimerkiksi jos ruuvilla tai naulalla puhkaistaan putki. Suojaputki mahdollistaa myös PEX-putkien vaihdon vauriotapauksessa. Muun muassa Uponor käyttää järjestelmästä nimitystä putki-putkessa-järjestelmä.

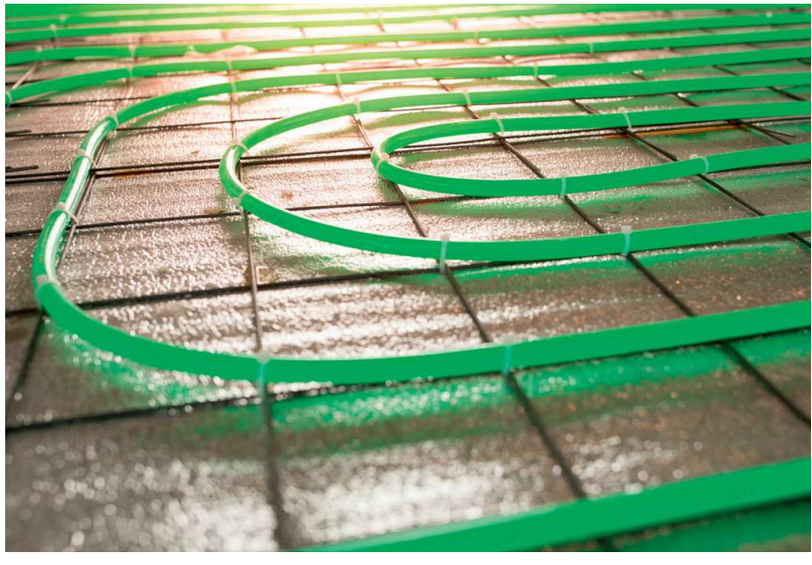
Kun liität suojaputkea hanakulmarasiaan, varmista, että suojaputki on riittävän syvällä tiivisteessä.

Käyttövesijärjestelmä voidaan asentaa rakenteiden sisälle. Suojaputken materiaalina käytetään PE-putkea. Putki-putkessa-järjestelmän virtausputkien koot ovat tyypillisesti 15 mm, 18 mm ja 22 mm.

PEX-putkia käytettäessä lämmitysjärjestelmässä on erityisesti muistettava, että lämmitysjärjestelmään on käytettävä siihen hyväksyttyjä materiaaleja. Kaikki PEX-putket eivät siten automaattisesti sovellu lämmitysjärjestelmään, koska PEX-materiaalilla happimolekyylit pystyvät tunkeutumaan materiaalin läpi. Käyttövesijärjestelmissä tätä ongelmaa ei ole eikä happidiffuusiota tapahdu, koska käyttövesijärjestelmässä käytettävä vesi on jo valmiiksi hapen kyllästämää.

Lämmitysputkistona on käytettävä happidiffuusiopinnoitettua putkea.

Vesikiertoisissa lämmitysjärjestelmissä tulee sekä lattialämmitykseen että patteriverkoston putkistoihin käyttää diffuusiosuojattua PEX-putkea. Diffuusiosuojaus tehdään PEX-putken valmistusvaiheessa kiinnittämällä putken sisäpintaan diffuusiosuoja-aine.



Lattialämmitysputkisto

PEX-putkien varastointiin on kiinnitettävä huomiota, koska UV-säteet lyhentävät PEX-materiaalin käyttöikää.

Kovat PEX-putket (komposiitti)

Komposiittirakenne tarkoittaa kahden tai useamman materiaalin yhdistelmää, jossa eri materiaalit toimivat yhdessä mutteivät ole liuenneet tai sulautuneet toisiinsa. Komposiittiputkessa käytetään muovin ja metallin yhdistelmää. Komposiittiputkijärjestelmää käytetään lämmitys-, jäähdytys- ja käyttövesisovelluksissa. Komposiittiputkijärjestelmä muodostuu puristusliittimistä ja komposiittiputkesta. Putki eroaa PEX-järjestelmän putkista siinä, että komposiittiputkessa on kerrosrakenne, jossa PEX-putkien välissä on alumiinikerros. Putki on jäykkää, ja siitä on helppo tehdä pinta-asennuksessa suora asennus. Materiaalina komposiitti on kustannustehokas esimerkiksi kupariin verrattuna. Komposiittiputkia on saatavana niin kieppi- kuin salkotavaranakin. Lisäksi komposiittiputki ei tarvitse jälkikäsittelyä, vaan se on asennuksen jälkeen valmis käyttöön sellaisenaan. Komposiittiputket ovat yleensä valkoisia, mutta niitä on saatavana myös kromin värisenä. Saneerauskohteissa asentaminen on nopeaa ja materiaalikustannukset ovat kohtuullisia, joten työaikaa säästyy verrattuna tavanmukaiseen kupariputken juottamiseen tai metalliputkistojen kierteittämiseen.

Komposiittiputken rakenne

Kaikki komposiittijärjestelmissä käytettävät puristusosat ovat sinkkikadon kestäviä. Liitoksien puristamisessa on noudatettava aina valmistajan ohjeita. Komposiittijärjestelmään tarkoitetut puristystyökalut ovat pääsääntöisesti valmistajakohtaisia.

Komposiittijärjestelmän liitososia (kuvat vas: Uponor, alh. ja oik.: Meltex)

Liitokset

WIPLET-LIITOKSET (UPONOR). Uponor Wirsbo Q&E -liitintekniikkaa on aikaisemmin markkinoitu Wiplet-kauppanimellä. Se on osa Uponor-käyttövesijärjestelmää. Q&E-liitintekniikan liitokset tehdään levitystyökalulla. Liitos voidaan tehdä joko käsin tai käyttää akkukäyttöistä laajennustyökalua. Järjestelmää käytetään PEX-putkien kanssa.

Ensin asennetaan puristusrengas putken päähän, joka laajennetaan valmistajakohtaisella työkalulla. Putken päähän asennetaan laajentamisen jälkeen liitin. Koska putki ja puristusrengas supistuvat muutamassa sekunnissa liittimeen, liitoksen tiivistyminen on nopeaa ja liitosta voidaan rasittaa myös lyhyen ajan kuluttuessa. Asennuksessa on noudatettava aina valmistajan ohjeita.

PEX-liitin

Noudata asennuksessa valmistajan ohjeita ja käytä puristamisessa oikeita työkaluja.

Hanakulmarasioissa liitos tehdään samoin kuin edellä, mutta lisäksi suojaputki liitetään tiiviisti hanakulmarasiaan. Näin varmistetaan, että mahdollinen vuoto havaitaan nopeasti.

Jakotukin kotelossa on oltava riittävästi tilaa liitoksien tekemiseen ja asentamiseen. Lisäksi jakotukkikaappiin tai koteloon on asennettava ylivuotoputki, josta mahdolliset vuodot havaitaan nopeasti.

PURISTUSRENGASLIITOKSET JA PUSERRUSLIITOKSET. Puristusrengasliitoksia on monenlaisia, mutta pääsääntöisesti kaikki puristamalla tehdyt liitokset ovat tavallaan puristusrengasliitoksia, koska yleensä liitoksen tiiviys varmistetaan puristusrenkaalla. Muoviputkilla puristettaessa on muistettava käyttää aina putken sisällä tukiholkkia, ellei liitoskappaleessa ole erikseen sisäholkkia tukemassa puristusta.

Puserrusliitoksia (helmiliitoksia) taas käytetään normaalisti kovissa putkiliitoksissa, joissa palovaaraa halutaan välttää eikä varsinkaan kupariputkien juottamista voida suorittaa. Tyypillisiä puserrusliitoksilla tehdyt asennukset ovat pinta-asennukset esimerkiksi saneerauskohteissa ja muissa korjauskohteissa. Puristusliitos saadaan tiiviiksi käyttämällä kartiorengasta (”helmeä”), joka puristetaan kiristysmutterin avulla tiiviiksi putken ympärille. Pehmeissä kupariputkissa on käytettävä tukiholkkia.

Silloin, kun puserrusliittimiä käytetään vesijohtoasennuksissa, asennusosien on oltava sinkkikadon kestäviä.

Kupariputkilla käytetään yleisesti puserrusliitoksia, jossa liitin voidaan kiristää kiinto- tai jakoavaimella. Puserrusliitoksia ei saa sijoittaa rakenteeseen, vaan liitoskohtien on oltava määräysten mukaisesti näkyvissä mahdollisten vuotojen havaitsemiseksi.

Saneerauskohteissa käytetään usein kromiputkia pinta-asennuksissa, joihin puserrusliitokset soveltuvat mainiosti. Puserrusliitososia on saatavana myös kromipinnoitettuina, joten liittimet sulautuvat hyvin asennuskokonaisuuteen. Puristettavat puristusliitososat ovat viime vuosina vieneet markkinaosuutta puserrusliittimiltä. Puserrusliittimiä on saatavilla myös haponkestäville putkille.

Puserrusliitinosia

Puristusliitososat ovat myös puristusliittiimiä, mutta niissä liitos tiivistetään kumitiivisteen avulla. Jo itse puristuksesta tosin tulee melko tiivis. Puristamisen tarkoituksena on kiinnittää putki, ettei se pääsisi liikkumaan käytön aikana ja että kaikki käytön aikana tapahtuvat rasitukset suuntautuvat suoraan metalliliitokseen eivätkä kumiseen tiivistysosaan.

Puristusliitoksen etuna muihin liitostapoihin verrattuna on se, että puristusliitos voidaan sijoittaa myös rakenteeseen. Puristusliitoksien tekemiseen on saatavilla useiden eri valmistajien puristustyökaluja. Puristusliitokset ovat yleistyneet talotekniikassa voimakkaasti, koska ne ovat nopeita tehdä eivätkä ne vaadi tulitöitä. Puristusliitoksia tehdään muun muassa kupariputkille, sinkkiputkille ja HST-putkille, joten puristettavat liittimet valitaan aina käytettävän putkimateriaalin mukaan.

Puristusliitos on nopea, luotettava ja kustannustehokas tapa liittää putkiosia.

Puristusosa (kuva: Meltex)

Puristusosilla voidaan yhdistää myös puristettava liitos ja kierteitetty liitos siihen tarkoitetulla osalla. Puristusosien monikäyttöisyys onkin taannut niille vankan jalansijan kupariputkistojen liitosmenetelmänä.

Varmista ennen asennusta, että kumitiiviste on paikoillaan.

AVATTAVAT LIITOKSET. Puserrusliittimet voidaan avata, mutta kun liitosta kiristetään uudelleen, putken päälle tuleva helmi täytyy aina uusia tiiviin liitoksen varmistamiseksi. Tällöin myös putken pituudesta joutuu katkaisemaan palasen pois, koska vanhaa helmeä ei muuten saa pois. Jos putkea ei voida katkaista, vanhaa helmiliitosta voidaan käyttää uudelleen, mutta tällöin on erityisesti varmistettava, ettei liitos vuoda. Puserrusliitoksissa on myös käytettävä putken sisäpuolista tukiholkkia, jotta putki ei mene kiristysvaiheessa lyttyyn tai muuten vaurioidu.

TEHTÄVIÄ

1. Tutustu eri valmistajien PEX-tuoteperheisiin ja niiden liitososiin ja valmistajakohtaisiin liitosmenetelmiin.

2. Selvitä, mitkä ovat yleisimmin käytetyt putkikoot käyttö- ja lämmitysjärjestelmissä.

3. Kokoa taulukko, josta ilmenevät yleisimpien muovilajien käyttökohteet.

4. Tee opettajan antama tehtäväkokonaisuus, jossa valmistetaan putkistokokonaisuus helmiliitoksilla. Mitä ongelmia helmiliitosta käytettäessä saattaa ilmetä.

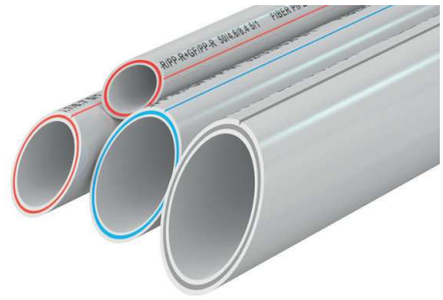
5. Selvitä, mitkä yritykset Suomessa markkinoivat PEX-tuotteita, ja kokoa esitys PEX-tuotteiden hyvistä ja huonoista puolista.

7.3 Komposiittiputket

Ominaisuudet ja käyttö

Komposiittiputkia on käytetty 1990-luvulta asti ja Suomessakin 2000-luvun alusta lähtien erilaisiin asennuksiin. Suomessa Uponor (WehoPress on myös Uponor) on suuri komposiittiputken valmistaja, ja todennäköisesti kaikki suomalaiset putkiasentajat ovat tutustuneet yrityksen putkiin. Muita Suomessa myytäviä komposiittiputkia ovat esimerkiksi Gerpex-komposiittiputki Italiasta, Meltexin Alpex, Geberitin Mepla ja Danfossin FH CPA -harmaa lattialämmityksen komposiittiputki. Komposiittiputkista on tullut suosittuja, koska niillä on paljon hyviä puolia. Komposiittiputken paras ominaisuus on, ettei sen asennuksessa tarvitse tehdä tulitöitä ja sen liittäminen on helppoa.

> Komposiitti on monikäyttöisyytensä ansiosta suosittu putkimateriaali.

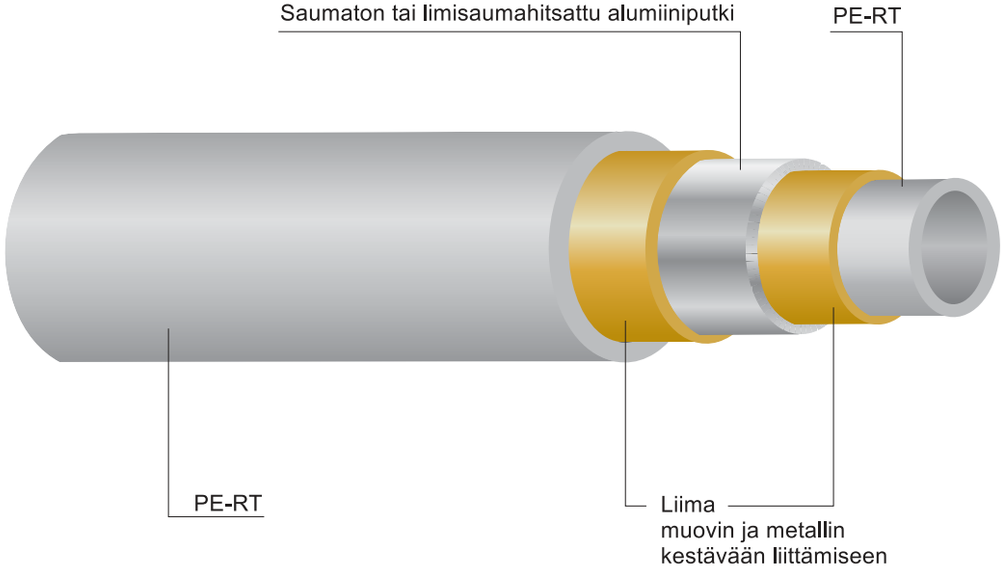


Komposiittiputkia

Komposiittiputki sopii moniin erilaisiin käyttötarkoituksiin. Siitä tehdään esimerkiksi käyttövesiputkistoja, lattialämmitysjärjestelmiä ja erilaisia jäähdytysputkistoja sekä tavallisia pattereille (radiaattoreille) meneviä lämmitysputkia.

Uponorin putkissa putken sisäpinta on polyeteenimuovia, mutta se on silti jäykkää putkessa olevan alumiinikerroksen ansiosta. Muovinen putken sisäpinta on korroosionkestävä. Putki on alumiinikerroksen ansiosta happitiivistä mutta silti helposti muovattavaa. Putken ulkopinta on valkoista muovia tai kromin väristä. Putken pintaan on painettu putken teknisiä tietoja. Putken eri kerrokset on liitetty toisiinsa liimaamalla.

Monikerroksisen komposiittiputken rakenne



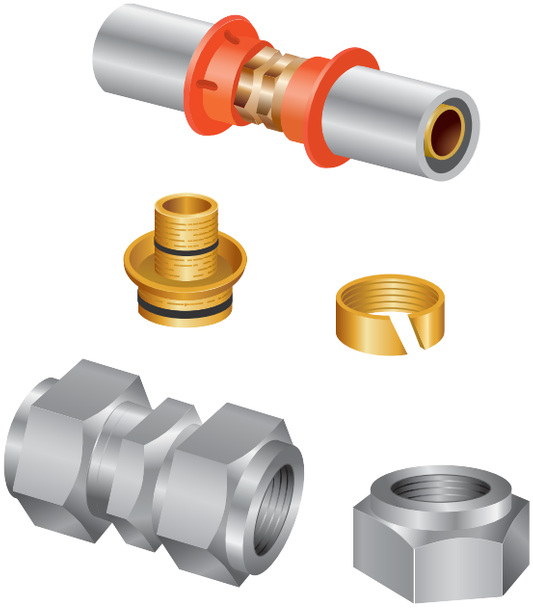
Uponorin komposiittiputken rakenne (mukailtu lähteestä Uponor)

Kerrosten tehtävät

- **Sisäpuolinen PE-muovi:**
  - hygieenisyys
  - elastisuus
  - korroosionkestävyys
- **Alumiinikerros:**
  - soveltuu pinta-asennuksiin
  - muotoon taivutus
  - happidiffuusiotiiviys
  - paineenkesto
- **Ulkopuolinen PE-muovi:**
  - iskusitkeys
  - pintavalmius

Toinen tunnettu putkituotteiden markkinoija Geberit myy Mepla-komposiittijärjestelmää. Tämäkin musta komposiittiputki on elintarviketurvallinen ja happidiffuusiosuojattu. Meltexillä taas on Alupex-duo-komposiittiputkijärjestelmä. Yksi komposiittiputken eduista on, ettei sitä yleensä tarvitse asennuksen jälkeen pintakäsitellä, mistä on usein hyötyä varsinkin saneerauskohteissa.

Komposiittiputki liitetään useimmiten osiin puristamalla siihen tarkoitetulla puristustyökalulla. Asentaminen on nopeaa, ja sen oppii helposti. Meltexin Alupex-plus-liittimet ovat pisto- tai työntöliittimiä, eikä niitä saa puristaa. Jäykän putken saa näkyvissä asennuksissa siististi kannakoiduksi ja putki näyttää suoralta. Vesijohto- ja jäähdytysvesiputkistojen asennuksissa pitää muistaa käyttää sinkkikadon kestäviä liittimiä.



Komposiittiliittimiä

Komposiittiputki vaimentaa rakenteensa ansiosta putkistossa virtaavan nesteen ääntä. Myös komposiittiputket kuitenkin sijoitetaan niin, että huomioidaan rakennuksen putkistoista mahdollisesti tulevat äänet. Putket esimerkiksi koteloidaan ja sijoitetaan siten, ettei ääni haittaa yöllä.

Työturvallisuus

Silmäsuojaimet on pidettävä silmillä, kun tehdään puristustyötä. Puristusleukojen kunto pitää tarkistaa aina ennen työsuoritusta. Rikkoutuneesta tai muuten kolhiutuneesta puristustyökalusta voi puristustyön aikana sinkoilla metallinsirpaleita ympäristöön. Puristettava osa voi myös sirpaloitua työn aikana, ja siitä voi lentää metallin purseita eli pieniä metallinpaloja.

Silmäsuojaimet

Puristuskoneet pitää huoltaa määrävälein. Huoltoväli voi olla esimerkiksi 1 vuosi tai 10 000 puristusta. Koneet käyttävät suurta puristusvoimaa. Niiden on aina oltava kunnossa, ettei niistä lennä osia asentajan päälle koneen hajotessa räjähdysmäisesti.

Kaikkia komposiittiosia ei puristeta. Jos osa on esimerkiksi tarkoitettu kiinnitettäväksi työntämällä se putkeen, se voi puristettaessa hajota. Väärän työtavan seurauksena osasta voi lentää sirpaleita suurella voimalla ympäristöön. Aina ennen tuntemattoman systeemin osien puristusta pitää siten varmistaa, että osat ovat puristettavia.

Putkivalmistajilla on myös puristukselle vaihtoehtoja. Vaikka käytössä olisi saman valmistajan osia kuin ennenkin, pitää niistäkin tunnistaa varmasti, millaiseen liittämistapaan ne soveltuvat.

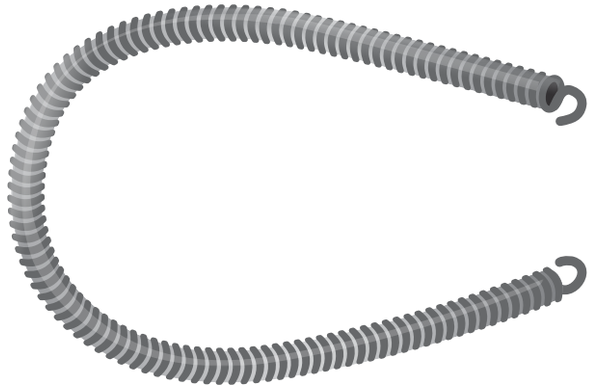
Viiltosuojahansikkaat ovat komposiittiputkien asennuksessakin hyvät käsien suojat. Toki muitakin hansikkaita voi käyttää, mutta viiltosuojahansikkaan hyvä istuvuus käteen tekee siitä kätevän myös pieniä osia käytettäessä.

Komposiittiputket ja niiden osat

Komposiittiputket kestävät pitkäaikaista 70 °C:n lämpötilaa ja hetkellisesti 95 °C:n lämpötilaa. Jotkin putket kestävät hetkellisesti jopa 110 °C:n lämpötilaa, mutta yleensä niihin alkaa tulla vaurioita hyvin pian. Putkiston suojelemiseksi ylilämmöltä niihin pitää asentaa valmistajan ohjeen mukaisesti esimerkiksi pintatermostaatti, joka pysäyttää pumpun. Komposiittiputket ovat yleensä paineenkestäviä putkia. Niitä käytetään järjestelmissä, jotka koeponnistetaan.

Samoin kuin muissa putkistoissa myös komposiittiputkissa täytyy huomioida lämpölaajeneminen. Tarvittaessa pitkissä suorissa jakojohdoissa on otettava huomioon lämpölaajeneminen paisuntakaaria käyttämällä.

Komposiittiputkia taivutettaessa niistä täytyy tarkistaa valmistajan suositus minimitaivutussäteeksi. Erikokoisia putkia taivutettaessa on hyvä huomata, että niiden taivutussäteet muuttuvat koon mukaan.



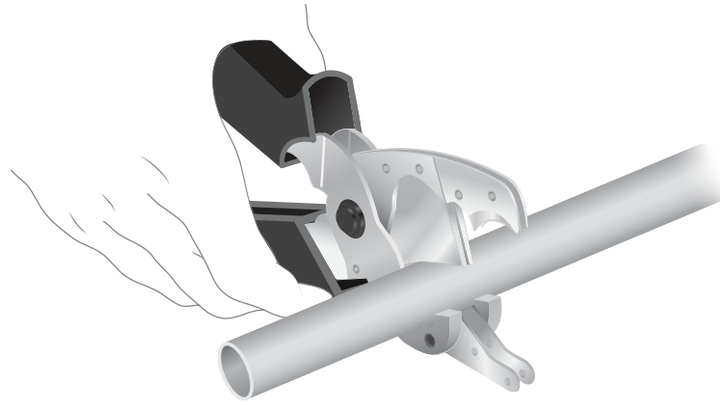
Komposiittiputken taivutusjousi

Komposiittiputkistoissa käytetään eristeitä. Putkia saa myös valmiiksi eristettyinä. Komposiittiputkien eristeet ovat samanlaisia kuin muut tavalliset putkistojen eristeet. Palo-osastoinnissa käytetään samanlaisia palomansetteja ja palokatkomassoja jne. kuin muilla putkilla. Palonsuojauksessa pitää noudattaa valmistajien ohjeita ja tehdä työt mallityöselitysten mukaisesti.

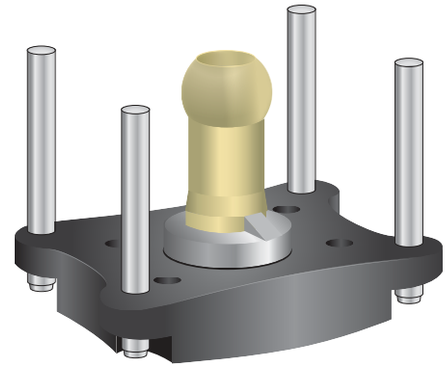
Komposiittiputkia tehdään eri kokoja. Lattialämmityksessä voidaan käyttää esimerkiksi 16 mm:n ja 20 mm:n putkia.

Komposiittiputken liitokset

Komposiittiputket valmistellaan katkaisun jälkeen liitoksiin sopiviksi. Esimerkiksi Gerpex-putkilla käytetään kalibrointityökalua.



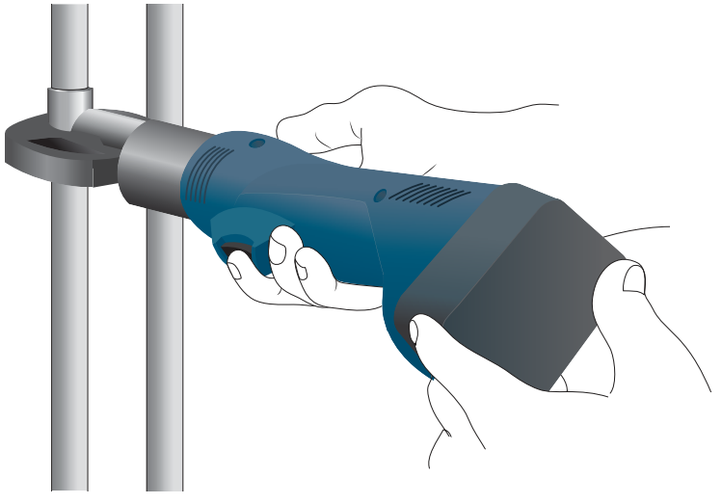
Komposiittiputken katkaisu



Kalibrointityökalu

Komposiittiputkista saa helposti siistin asennuksen.

Katkaistut putkenpäät pitää viistota, minkä lisäksi pitää varmistaa, ettei niissä ole purseita tai kauluksia. Viistoutukseen tai viistämiseen käytetään siihen soveltuvia työkaluja. Putkien valmistajilla on putkilleen sopivia välineitä, mutta huolellinen käyttäjä voi käyttää myös toisen valmistajan välineitä. Putkia ei saa ohentaa liikaa, ja niiden päiden pitää olla suorassa.



Puristustyökalu

Uponorin komposiittiputkia liitetään Uponor RTM -liittimillä, Uponor S-press -puristusliittimillä ja RS-liittimillä. Ennen liittämistä liitettävän putken pää pitää viistää siihen tarkoitetulla viistetyökalulla.

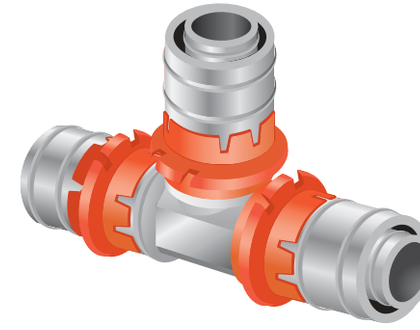
Puristustyökalu pitää huoltaa säännöllisesti.

RTM-liittimiä ei tarvitse puristaa kiinni. Liittimestä voi nähdä, milloin se on lukittunut ja asennus on pitävä.

RTM-liitin

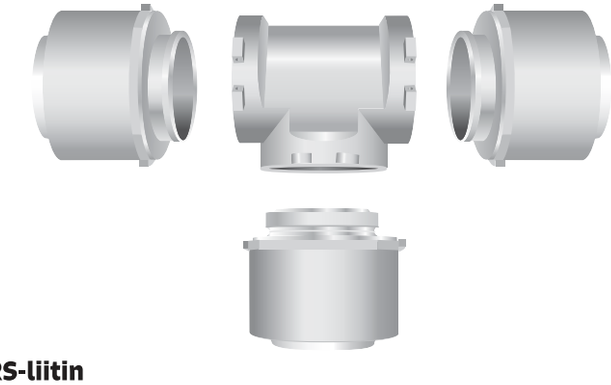
Uponor S-Press -liittimet soveltuvat käyttövesi- ja lämmitysverkkoihin. Niitä voidaan käyttää useiden erilaisten Uponorin komposiittiputkien kanssa. S-Press sopii Uni Pipe PLUS-, Metallic Pipe PLUS- ja MLC-putkille. Osissa on värirengas, joka murtuu puristuksen yhteydessä ja osoittaa, että liitos on puristettu kiinni. Messinkiliittimissä on koon tunnistamista helpottava värikooditus.

Osien ja putken yhteensopivuus pitää aina varmistaa.



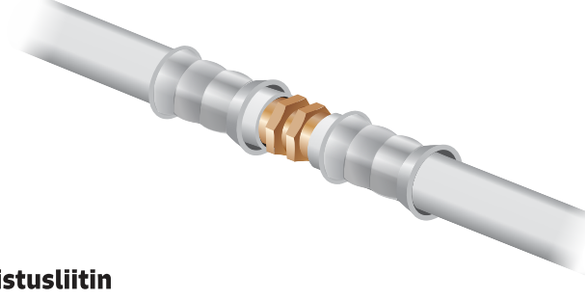
S-Press-osa

Uponorin RS-liittimet koostuvat koottavista osista. Kolmestakymmenestä erilaisesta osata voi rakentaa satoja erilaisia liittimiä. Liittimien osat lukitaan sokalla toisiinsa ja putket puristetaan osiin kiinni.



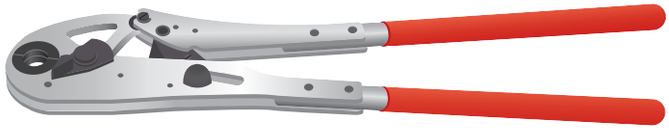
RS-liitin

Danfossin komposiittiputkessa voidaan käyttää puserrus- tai puristusliittimiä. Puristusliittimessä on muovirengas, jonka tarkoitus on helpottaa putken asettelua ja puristustyökalun leukojen oikeaa asentoa. Alpex-duo-putkissa taas käytetään Alpex-plus-liittimiä, jotka on tarkoitettu asennettavaksi ilman puristustyökalua.



Puristusliitin

Puristusosat täytyy puristaa niiden puristukseen tehdyillä puristusleuoilla. Leuat ovat osille sopiviksi muotoiltuja, ja ne ovat valmistajakohtaisia tai niiden sopivuus täytyy varmistaa. Puristusleuat sopivat muidenkin valmistajien puristuskoneisiin. Ennen leukojen käyttöä on varmistettava niiden soveltuvuus käytettävään koneeseen. Aina ennen puristusta pitää varmistaa, että leuka on ehyt ja että se on tarkoitettu puristettavan osan puristukseen. Puristusleukoja on paljon erilaisia, ja lisäksi niitä on jokaiselle osakoolle omansa. Puristamiseen voidaan joskus käyttää myös siihen tarkoitettua käsityökalua.



Käsipuristustyökalu

Uponorin PPSU-liittimet kestävät normaaleja ammoniakkipitoisuuksia. Valmistaja kuitenkin suosittelee, että jos liittimiä käytetään karjasuojissa tai jätevedenpuhdistamoissa, ne tulisi suojata eristysteipillä. Eristysteippi suojaa niitä ulkopuoliselta korroosiolta.

> Putken valmistajan ohjeita on noudatettava asennuksissa. Erikoisemmissa ja harvinaisemmissa kohteissa pitää aina tarkistaa putken valmistajan ohjeista osien ja putkien sopivuus ajateltuun käyttöön.

Komposiittiputkien taivutukseen käytetään taivutusjousia ja -työkaluja ja niitä voidaan taivuttaa myös käsin. Putkien pinnoitteita ei saisi vahingoittaa taivutuksessa. On erittäin tärkeää noudattaa valmistajan ilmoittamaa minimitaivutussädettä.

Putkikoko	Minimitaivutussäde (mm)		
du x s	Käsin	Jousella	Työkalulla
16 x 2	80	64	46
20 x 2.25	100	80	80
25 x 2.5	125	100	83
32 x 3	160	128	111
40 x 4	-	-	160
50 x 4.5	-	-	200
63 x 6	-	-	252

Uponorin MLC-putken minimitaivutussäteet (mukailtu lähteestä Uponor-komposiittikäsikirja)

Eristettyjen putkien liitokset tehdään tavallisilla osilla. Osien suojaksi pitää asentaa erillinen eriste. Esimerkiksi kylmäputkien eristämisessä pitää olla erittäin huolellinen. Puutteellinen eritys voi aiheuttaa kondenssia eli veden tiivistymistä putken pintaan, ja se voi vaurioittaa talon rakenteita.

Komposiittiputki

TEHTÄVIÄ

1. Mitä on komposiittiputki, ja mistä se on valmistettu?

2. Voiko komposiittiputkea käyttää lämpöjohtona? Mitä erityisvaatimuksia muovisiin lämpöjohtoihin liittyy?

3. Miten erotat komposiittiputken PEX-putkesta?

4. Miten komposiittien puristustyökalua kannattaa säilyttää?

5. Mitä tehdään puristustyökalun kolhiintuneelle leualle? Entä mitä tehdään, jos sen puristuspinnassa on lohkeama?

6. Mitä alle 25 mm:n komposiittiputkien kokoja tiedät?

7. Komposiittiputkien osia on erilaisia. Miten ne toimivat, eli miten ne kiinnittyvät putkiin?

8. Selvitä neljän eri komposiittiputken paineenkesto ja laadi aiheesta taulukko.

9. Selvitä, millaisia komposiittiputken katkaisuun sopivia leikkureita koulullasi on.

10. Selvitä, mitä komposiittiputkia saa Suomesta valmiiksi eristettynä.

11. Mitoita paisuntakaari opettajan antamien putkiston mittojen mukaan ja valmista se.

12. Harjoittele opettajan johdolla komposiittiputken läpivientiä palo-osastoivan seinän läpi.

7.4 PE-putket (polyeteeniputket)

Ominaisuudet ja käyttö

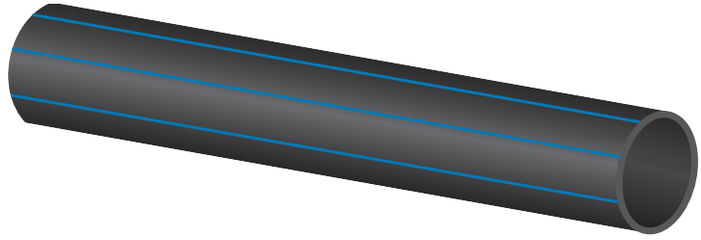
PE- eli polyeteenipaineputkijärjestelmät on rakennettu vesijohto-, jätevesi- ja kaasuputkistojärjestelmiä varten. Järjestelmä voidaan asentaa pientaloihin tai sillä voidaan rakentaa suuria, esimerkiksi kunnallisen veden siirtoa varten tarkoitettuja putkistokokonaisuuksia.

Putkistot asennetaan yleensä maan alle ja niitä käytetään muun muassa vesistöjen alituksiin.

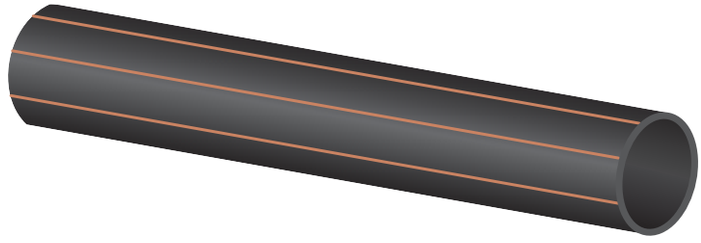
PE-materiaalit eivät ole täysin diffuusiotiiviitä, ja joskus raportoidaankin käyttövesiputkistojen maku- tai hajuhaitoista. Ongelmat ovat kuitenkin hyvin harvinaisia ja johtuvat useimmiten saastuneesta maasta ja vanhoista PE-LD-putkista (pienitiheyksistä polyeteeniä, PEL-putkia). Nykyaikaisilla PE 80- ja PE 100 -putkilla on huomattavasti suurempi diffuusion vastustuskyky.

PE-muovista valmistettua käyttövesiputkistoa

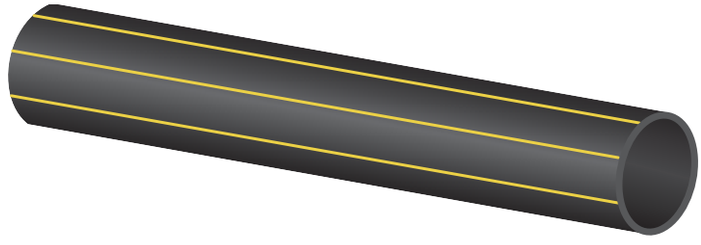
Polyeteeni on ympäristöä säästävä materiaali, eikä siitä liukene haitta- tai makuaineita veteen tai maahan. Käytöstä poistettu putki voidaan hävittää polttamalla ja työmaalla syntyvä hukkamateriaali toimittaa energiajätekeräykseen.



Siniraitaista putkea käytetään käyttöveden kuljettamiseen.



Ruskearaitaista putkea käytetään jätevesien yhteydessä.



Keltaraitaista putkea käytetään maakaasun ja biokaasun kuljettamiseen.

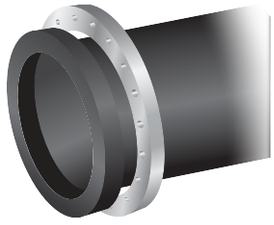
Liitostavat

Hitsatut liitokset ovat vetolujuudeltaan yhtä vahvoja kuin itse putki, ja putki itsessään on taipuisaa, joten putkiyhteitä ei tarvita paljon. Koska putkistoon tulee vain joitakin yhteitä, järjestelmän ankkurointia ei aina tarvita tai ankkurointina voi toimia ympärillä oleva tukeva maa-aines. Seuraavassa on lyhyet kuvaukset neljästä erilaisesta liitostavasta:

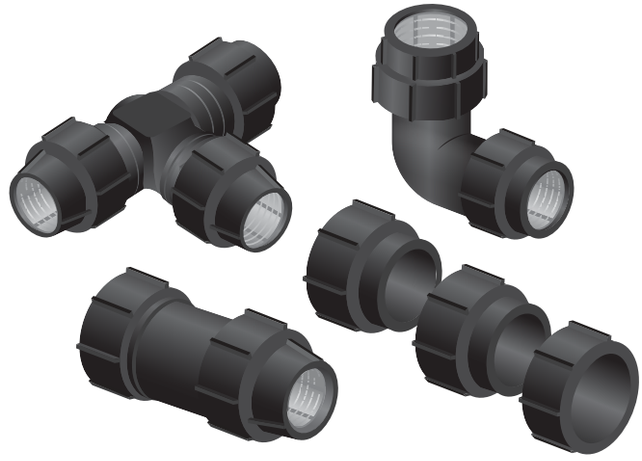
1. Laippaliitoksia käytetään, kun PE-putkia liitetään pumppuihin, venttiileihin tai muusta putkimateriaalista tehtyihin järjestelmiin.

Laippaliitoksessa käytettävät osat ovat

- irtolaippa
- kaulus, joka hitsataan putkeen
- pultit
- tiiviste.



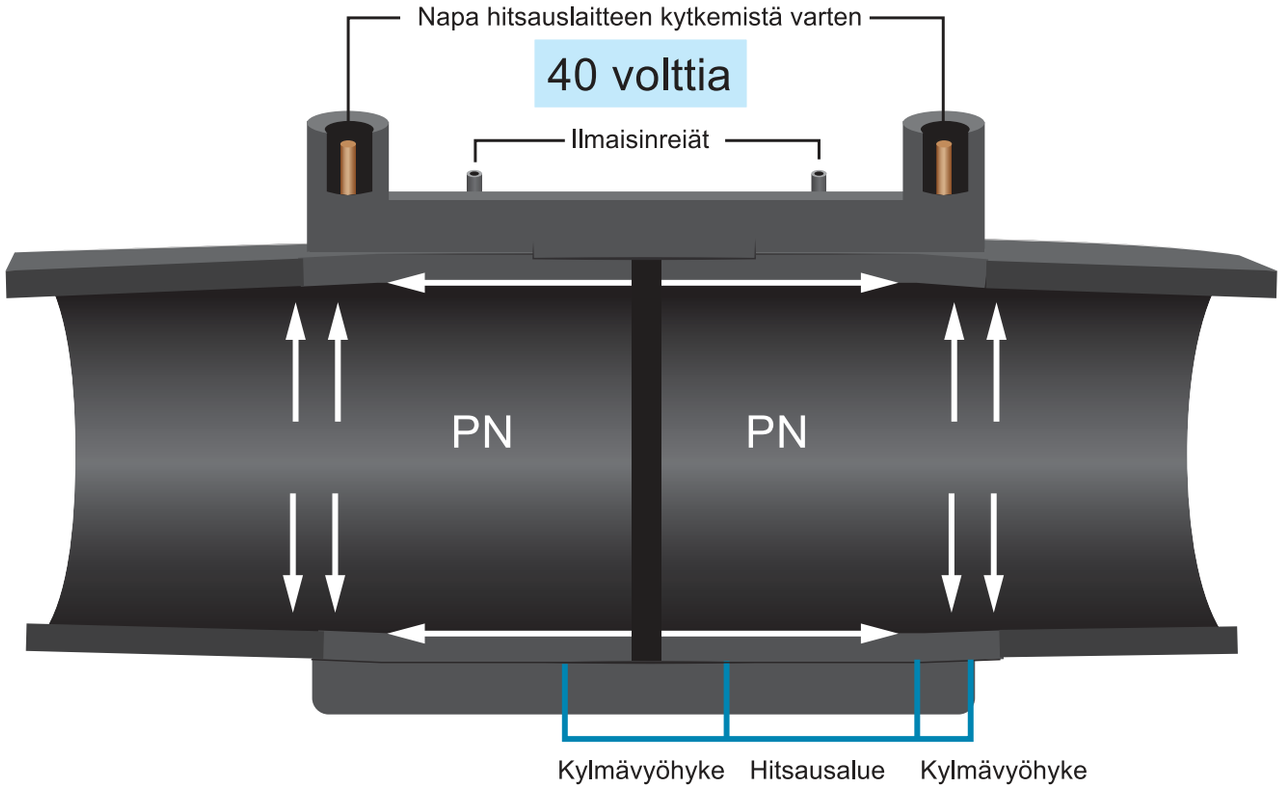
2. Mekaanisia liittimiä käytetään yleensä pienikokoisten putkistojen rakentamisessa ja liittämisessä. Liitososien materiaaleina ovat messinki tai muovi.



Muovisia liittimiä

3. Puskuhitsaus on PE-putkistojen yleisin liitosmenetelmä. Ensin putken päät höylätään tasaiseksi, minkä jälkeen ne lämmitetään ja puserretaan toisiaan vasten. Hitsattavien pintojen tulee olla puhtaita.

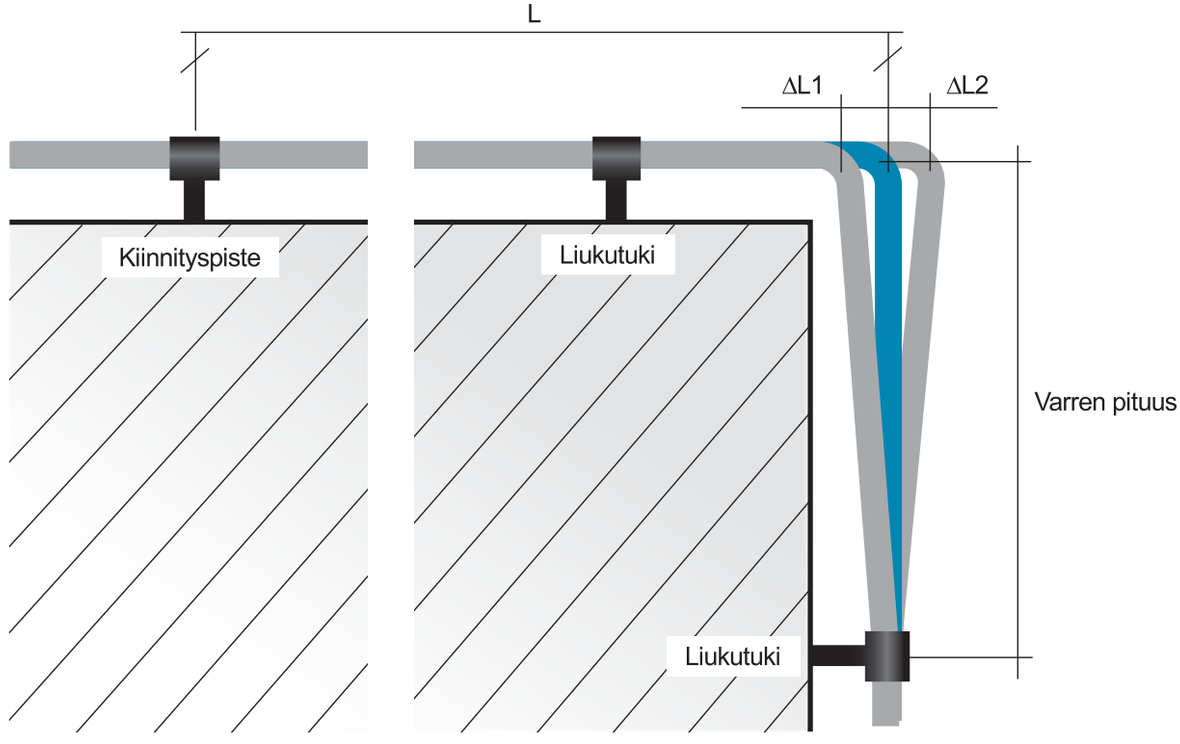
Puskuhitsausprosessi



4. Sähköhitsauksessa käytetään muhviyhteitä, joissa on sisällä metallinen vastuslanka. Lanka kytketään virtalähteeseen, joka lämpenee ja sulattaa ympärillään olevan PE-materiaalin. Materiaali laajenee ja hitsautuu putken kanssa yhteen. Ilmaisinreiät kertovat hitsautumisen onnistumisesta.

Ankkurointi

PE-putket kestävät erinomaisesti rasitusta, joten niitä tarvitsee vain hyvin harvoin ankkuroida. Putkistossa ilmenee kuitenkin liikettä. Eniten asiaan vaikuttaa putkiston lämpötilan muuttuminen.



Liukutuet sallivat joustavalle putkistolle liikkeen.

TEHTÄVIÄ

1. Minne PE-putket asennetaan?

2. Mitä erilaisia järjestelmiä PE-putkesta voidaan rakentaa?

3. Miksi PE-putki on materiaalina hyvä kylmän käyttöveden johtamiseen?

4. Mikä on PE-putken käyttölämpötila, ja miten se vaikuttaa PE-putken käytettävyyteen?

5. Luettele PE-putken eri värikoodit ja niitä vastaavat käyttökohteet.

6. Miksi PE-putkea ei saa asentaa näkyviin?

7. Minkälaiseen maaperään ei saa asentaa PE-putkea käyttöveden johtamiseksi paikasta toiseen? Perustele.

7.5 Liimattavat putket

Ominaisuudet ja käyttö

Nykyaikaisilla liimoilla voidaan liimata lähes mitä materiaaleja tahansa. Liimattavilla putkilla kuitenkin yleensä tarkoitetaan muovisia putkia. Näiden putkien ominaisuutena on hyvä paineenkesto. Jos jostain muusta materiaalista valmistettuja putkia liimataan jollakin siihen sopivalla liimalla, ei saavuteta hallittua ja varmaa paineenkestoa.

Putkimies katkaisee PVC-putkea.

Liimattavilla putkilla on hyvä paineenkesto.

Liimattavia putkia ja putkiosia

Liimattavat putket ovat usein muovisia erikoisputkistoja. Niiden asentamiseen voidaan vaatia erityinen koulutus ja hyväksyntä. Lisäksi esimerkiksi uima-altaiden rakentaminen omakotitalon yhteyteen vaatii vähintään toimenpideluvan rakennusvalvonnalta. Kasteluletkuja asennettaessa taas pitää huomioida elintarvikkeisiin liittyviä määräyksiä.

Liimattava putkikäyrä ja muita osia

Liimattavia putkia käytetään ja asennetaan kohteisiin, joissa voi olla esimerkiksi käyttöönottovaiheessa vielä joitakin erityisiä vaatimuksia. Asetuksien (1350/2006 ja 1351/2006) mukaan sellaisilla henkilöillä, jotka tekevät esimerkiksi allasveteen vaikuttavia toimenpiteitä, on oltava riittävät perustiedot mikrobiologiasta ja puhdistustekniikasta. Valvira myöntää vesityökortin sellaisille henkilöille, jotka läpäisevät talous- ja allasvesihygieenisen osaamistestin.

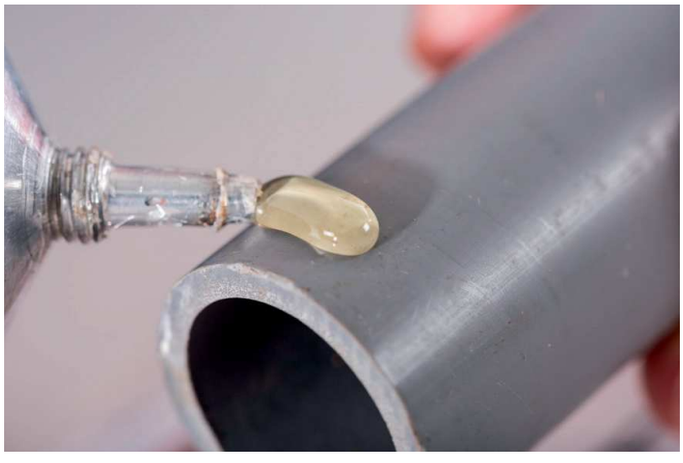
Liimattavat putket ja osat tunnistaa helposti siitä, ettei niissä ole muhveja ja tiivisteitä. Liitoksen tiiviyden varmistaa liima. Asennuksessa erityispiirteenä on liitosten kiinteys. Kun liima on kovettunut, liitosta ei voi enää muuttaa ja kääntää toiseen suuntaan. Liimattavien putkien asennuksissa käytetään joskus puserrusliittimiä tai niiden osissa on kierteitä. Nämä helpottavat asennuksia.

PVC-jatkosmuhvi

Liimattavia muovisia putkia käytetään prosessiteollisuudessa, kuten meijereissä ja kemiantehtaissa. Niiden erityisominaisuuksiin kuuluva hyvä kemikaalien kesto ja kestävyys sekä keveys tekevät niistä moniin kohteisiin soveltuvia.

Työturvallisuus

Liimattavat putket ovat usein paineputkia. Niiden paineenkesto voi olla esimerkiksi 10 tai 16 baaria. Usein putket koeponnistetaan asennuksen jälkeen, mikä voi aiheuttaa vaaratilanteita. Liiman on annettava kuivua valmistajan suosittelema aika.



Putkea liimataan.

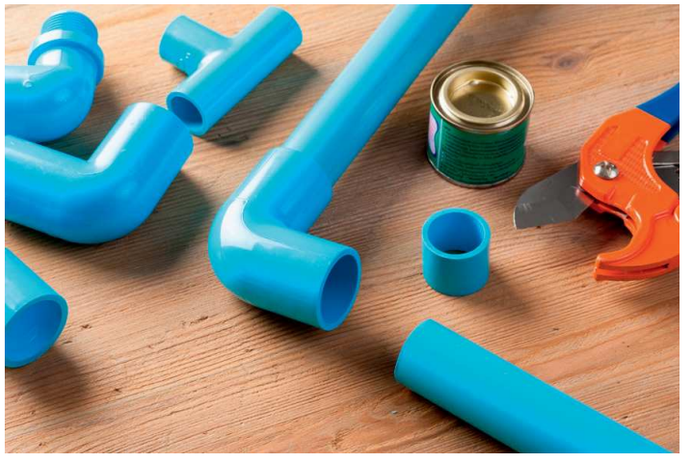
Putkien liimat voivat olla haitallisia tai vaarallisia ympäristölle ja käyttäjälle. Käyttäjän on hyvä ymmärtää, minkälaisen aineen kanssa hän on tekemisissä.

Putkien liimat voivat olla haitallisia ihmisille.

Putkimies liimaa putkea: Mikä on väärin?

PVC-putket eivät pala helposti. Niiden materiaali on kestävää mutta joustavaa. Putket eivät myöskään sirpaloidu helposti.

Liimattavat muoviputket ovat kestäviä.



Liimattavia putkia ja tarvikkeita

Putkien liimaukseen voidaan joissakin tapauksessa käyttää pikaliimaa. Liima täytyy valita huolellisesti käytettävän materiaalin mukaan. Osa pikaliimoista on hyväksytty myös elintarvikekäyttöön. Pikaliima kovettuu ilmankosteudesta, ja se liimaa helposti yhteen esimerkiksi sormet tai silmäluomet, joten käytössä on noudatettava varovaisuutta. Pikaliimojen käyttöturvallisuustiedotteeseen pitää tutustua ennen uuden ennestään tuntemattoman liiman käyttöä.

Pikaliimaa käytettäessä on hyvä ymmärtää sen erityisominaisuudet.

Pikaliima (kuva: Henkel Norden)

Työturvallisuuteen liittyy myös ympäristönsuojelu. Muovi ja muoviroskat ovat osoittautuneet erittäin haitallisiksi luonnossa. Mikromuovit ovat muovijätettä, joka on murskaantunut luonnossa erittäin pieniksi palasiksi. Muovi ei häviä luonnosta kuin erittäin pitkän ajan kuluessa. Sitä ennen se tuhoaa eläimistöä ja kasveja. Vastuullinen asentaja huolehtii asianmukaisesti myös roskistaan ja jätteistään.

Muovijätettä meressä. Kaikki luontoon hyljätty muovi kulkeutuu ennen pitkää mereen.

Liimattavien putkien materiaali

ABS (akryylinitriilibutadieenistyreeni) -muovi kestää jatkuvaa 70 °C:n lämpöä ja tilapäisesti 90 °C:n lämpöä. Sillä on hyvä iskunkestävyys ja pinnanlaatu. ABS-muovia käytetään esimerkiksi vesihanojen näkyvissä osissa vivuissa ja suihkupäissä sekä muissa saniteettituotteissa. Se on tarkkamittaista, jäykkää ja muotonsa pitävää, ja sitä voidaan päällystää metalleilla, kuten kromilla.

ABS-muoviputkia

Ulkokäytössä ABS-muovi on suojattava jollakin toisella muovilajilla. Sää vanhentaa ABS:ää

PVC (polyvinyylikloridi) on liimattavaa ja hitsattavaa muovia. Sitä voidaan hitsata kaikilla yleisillä muovinhitsausmenetelmillä, ja se kestää hyvin ultraviolettisäteilyä ja säätä. PVC on yleisnimitys lisäkäsittelemättömille PVC-muoveille. PVC-muovisia putkia tehdään myös eri tavoin lisäkäsitellyistä PVC-lajeista. Se on kierrätyskelpoinen muovi.

PVC-C (jälkikloorattu PVC) -putkea käytetään kuumissa olosuhteissa (0–80 °C). Osille luvataan –10–+100 °C:n lämpötilankestoa. Putki on jäykkää ja iskunkestävää, ja sillä on suuri vetolujuus. Putken paineenkesto on 16 baaria. PVC-C-putkien käyttö ei ole kovin yleistä, eikä niihin ole myöskään saatavilla kovin laajaa osavalikoimaa. Niitä käytetään kemiallisessa prosessiteollisuudessa, meriteollisuudessa ja rakennustekniikassa. PVC-C-putki pitää liimata sen liimaamiseen tarkoitetulla liimalla.

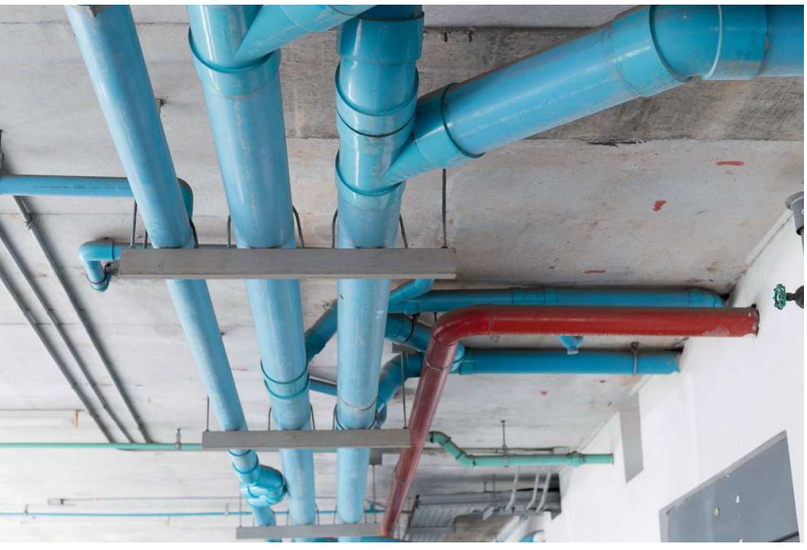
Eri putkityypeille pitää käyttää niille tarkoitettuja liimoja.

PVC-U on yleisemmin käytetty putkijärjestelmä. Esimerkiksi Uponorin punaruskea maaviemäriputki on pehmittämätöntä polyvinyylikloridia (PVC-U). Maaviemäriputkiin saa normaaleja muhvillisia ja tiivisteellisiä osia. Näitä maaviemärin osia (PVC-U) ei yleensä liimata. Liimattavia PVC-U putkia käytetään, kun putkissa kuljetetaan happoja, emäksiä ja suoloja.

PVC-TF on lämpömuovattavaa PVC-muovia. Sitä voidaan kylmätaivuttaa 3 mm:n paksuuteen asti.

Liimattavien putkien käyttökohteet

PVC-paineputkistoja käytetään uimahalleissa, vedenpuhdistamoissa ja teollisuuden laitosputkistoissa. Siitä valmistetaan myös venttiileitä ja virtausmittareita sekä muita valmisosia.



PVC-putkisto

Muovisia ilmastointiputkia käytetään paikoissa, joissa on suuri korroosion mahdollisuus. Ilmastointiputkien toinen liitosmenetelmä liimaamisen lisäksi on lankahitsaus.

Ilmastointiputkia voidaan erityistapauksissa tehdä liimattavasta muovista.

PVC-U-putkia käytetään samoin kuin PVC-putkia, mutta erityisesti silloin, kun tarvitaan edullista monikäyttöputkea vaikeisiin olosuhteisiin. Lisäksi niitä käytetään meriteollisuudessa ja voimalaitoksissa.

Liimattavat putket ja niiden osat

Putkia ja niiden osia käsitellään valmistajien ohjeiden mukaisesti. Myös kohteen asettamat vaatimukset tulee huomioida. Työn täytyy kaikilta osin olla standardien ja hyvän rakentamistavan mukaista. Muoviteollisuus ry:n Muoviputkien asennusopasta on myös noudatettava asennuksissa ja kuljetuksissa.

Liimattavien putkien liitosten pitää olla puhtaita ennen liimausta.

Liimattava putki maassa

Erikokoisia PVC-putkia

Liimattavia putkia valmistetaan PVC-C-paineputkina 16–160 mm:n kokoisina. Tavallisena PVC:nä paineputkistoja tehdään 16–500 mm:n kokoluokissa.

Liimattavien putkien liitokset

Liimattavien putkien liitoksia tehtäessä putket katkaistaan oikeaan pituuteensa. On suositeltavaa viisteyttää putkien päät ja poistaa jäysteet. Putkien ja osien sopiva välys pitää tarkistaa ennen liimausta. Liimalle täytyy jäädä tilaa putken ja osan väliin. Isoilla putkilla välys voi olla myös liian iso. Putkien ja putkenosin standardeissa on määrätty niille sopiva liimausvälys. Liimaa käytetään vain sen verran, että putken ja osan välinen välys täyttyy.

Liimaa laitetaan liitokseen siten, ettei ylimääräinen liima pursuile.

Muoviputken viistetyökalu (kuva: Unidrain Oy)

Liimattavat PVC-putket suositellaan puhdistettavaksi metyleenikloridilla tai hiekkapaperilla. Toisaalta joissakin ohjeissa kehotetaan puhdistamaan putkien päät ja yhteet huolellisesti kuivalla puhtaalla paperilla. Lisäksi ohjeissa mainitaan, ettei puhdistukseen välttämättä tarvita puhdistusainetta tai liuotinta.

PVC-muovin liimaamiseen käytetään siihen tarkoitettuja liimoja. Yleinen liima on sille sopivaa liuotinta (tetrahydrouraania) sisältävää liimaa. PVC:n liimaukseen sopivat myös kontakti-, polyuretaani- ja kaksikomponenttiepoksiliimat.

PVC-U-putkelle sopiva liima (kuva: Henkel Norden)

Putkien ja liimojen valmistajilla on tuotekohtaisia pieniä eroja liimauksen esivalmistelujen ohjeistuksessa ja liimauksen suorituksessa. Valmistajan ohjeet kannattaa tarkistaa aina ennen kuin ryhtyy tekemään työtä ennestään tuntemattomilla materiaaleilla ja aineilla.

Kaikkia liimoja ei käytetä samalla tavalla.

Joitakin liimoja käytettäessä putkia täytyy pyörittää osassa edestakaisella liikkeellä. Kiertoliikettä pitää tehdä, kunnes liitos tuntuu jähmeältä. Kun putkistoon liimataan seuraavia osia, pitää varoa, ettei rasita liikaa edellisiä osia. Niiden tulee olla kuivunut, ennen kuin niihin kohdistuu vääntöä. Liitoksen kovettumisaika riippuu monista seikoista. Joillakin liimoilla esimerkiksi ilman kosteus vaikuttaa liiman kovettumiseen. Jos ilman kosteus on alle 40 %, liiman kovettumisaika pitenee 2–3 tuntia. Pitkä kovettumisaika voi vaurioittaa pehmeitä PVC-letkuja ja ohuita PVC-putkia.

Putkimies työssä

Liimauksen jälkeen ylipursunut liima pitää puhdistaa putken ulkopinnalta. Myös putken sisäpinnalle pursunut liima pitää saada pois putkesta. Varsinkin pystysuoraa putkistoa rakennettaessa liimaa voi mennä helposti putken sisään. Putken sisäpuolelle mennyt liima poistetaan liiman valmistajan ohjeiden mukaan. Liima esimerkiksi huuhdellaan ja neutralisoidaan runsaalla vedellä.

Pikaliimoja voidaan käyttää pienten muovikappaleiden liimaukseen. Niiden kovettumiseen vaikuttaa ilman kosteus. PVC-muoville on olemassa omia erikoisliimoja. Ne eivät välttämättä sovellu muiden muovien liimaamiseen.

TEHTÄVIÄ

1. Mihin liimattavia putkia käytetään?

---

2. Tee lista suomalaisista liimattavien putkien valmistajista ja maahantuojista.

3. Selvitä, millainen on vanhojen 70-luvun muoviviemäreiden materiaalin lämmönkesto.

4. Selvitä, mitä tulee tehdä, jos PVC-liimaa menee silmään.

5. Voiko muoviputkia kierrättää?

---

6. Selvitä, mitä vaatimuksia on muovisille putkille. Miten niiden tuotekelpoisuus osoitetaan, ja mitä niiltä vaaditaan?

---

7. Harjoittele muoviputken liimausta.

8. Sovita liimattu osakokonaisuus koulun muihin harjoitustöihin esimerkiksi kierreosalla.

9. Selvitä, mitä metyleenikloridi on, ja etsi sen käyttöturvallisuustiedote.

10. Selvitä, mitä suojaimia tarvitaan liimauksessa ja miten ilmanvaihto hoidetaan työpisteessä.

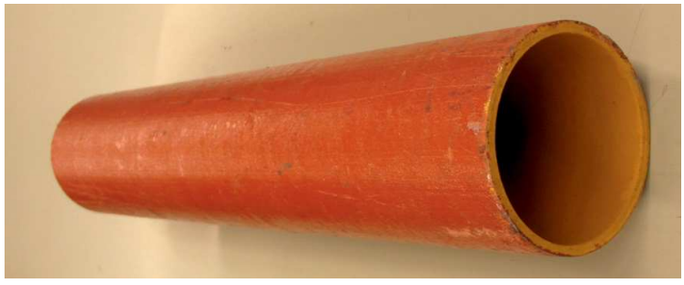
11. Miten ilman kosteus vaikuttaa liimojen kovettumiseen?

---

12. Etsi kolme eri liimaa, joita käytetään putkien liimaukseen. Tee niiden käyttöohjeista taulukko, jossa vertaillaan esimerkiksi kuivumisaikoja ja esipuhdistusta.

7.6 Valurautaiset viemäriputket

Viemäriputkina käytetään tavallisesti muoviputkia. Ääni- ja paloteknisistä syistä on kuitenkin toisinaan tarkoituksenmukaista käyttää valurautaisia viemäriputkia.



Valurautaputki (kuva: Veijo Lairi)

Vanha pinnoittamaton ja syöpynyt valurautaputki

Työturvallisuus

Valurautaputkien asennuksessa haasteen asettaa putkien materiaalista johtuva paino ja kovuus. Putkien katkaisupinnat voivat olla teräviä, ja putket voivat rikkoutuessaan sirpaloitua. Kuten muissakin talotekniikan alan töissä myös valurautaputkistojen asennuksissa käytetään henkilökohtaisia suojaimia.

Silmäsuojaimet

Valurauta hajoaa sirpaleiksi kovasta iskusta.

Valurautaviemäreiden katkaisupäiden suojamaalauksessa täytyy noudattaa maalin käyttöturvallisuustiedotteen ohjeita. Esimerkiksi työtilan hyvästä tuuletuksesta huolehtiminen on tärkeää, ja maalin höyryjen hengittämistä pitää välttää. Viemärivalmistajat suosittelevat, että viemärin katkaisupintojen suojauksessa käytetään suojamaalia. Katkaisupinta alkaa ruostua suojaamattomana ja putkensisäpinnan pinnoite alkaa irrota. Viemäreitä kuvattaessa löytyy tukkeutuneita viemäreitä, joissa uudehkoissa viemäreissä sisäpinnoite on ruostumisen seurauksena kuoriutunut ja aiheuttanut tukkeuman muodostumiselle sopivan olosuhteen.

Uudet valurautaviemärin katkaisupäät pitää suojamaalata.

Asennus

Valurautaviemäreiden katkaisussa tulisi käyttää lastuavia työkaluja. Myös moniteräleikkuria voidaan käyttää, jos sen leikkauspainetta voidaan säätää.

Putkileikkuri valurautaputkille (kuva: Rigdig)

Sähkösaha (kuva: Rigdig)

Valurautaviemäreiden asennusohjeissa mainitaan asennus massiiviseen seinään. Tällöin viemärin kannakkeiden kiinnityksessä tarvitaan usein iskuporakonetta. Yleinen iskuporakoneiden terätyyppi on pikakiinnitykseen perustuva niin sanottu Hiltin SDS-terä.

Hiltin SDS-terä (kuva: Hilti)

Valurautaputket ovat muhvittomia putkia. Ne asennetaan päät vastakkain ja liitos varmistetaan tarkoitukseen tehdyllä pannalla.

Valurautaviemärin yhde (kuva: Meltex Oy)

Vanhan tyyppinen valurautaviemärin yhde

Valurautaviemärin leveä pantaliitin (kuva: Saint-Gobain PAM)

Viemärikannake (kuva: Saint-Gobain PAM)

Viemärissä ääntä tulee esimerkiksi pystyviemärin pohjakulmasta. Pohjakulmana täytyy käyttää laajasäteistä 88 asteen kulmaa.

Valurautaviemäri eristää paremmin ääntä kuin tavallinen muoviviemäri.

Palonsuojauksessa rakennuksen erilaisten palo-osastojen välillä käytetään usein valurautaviemäriä. Valurauta ei lämpölaajene, ja se kestää kuumuutta. Palonsuojauksesta määrätään esimerkiksi rakentamismääräyksessä E1. Valmistajat, kuten Uponor, antavat myös ohjeita palonsuojauksesta ja äänet huomioivasta asennuksesta.

Valurauta kestää tulta ja on hyvä palonsuoja.

1. Selvitä, mitkä ovat yleisimmät (eri valmistajien) Suomessa käytettävät valurautaputket.

2. Selvitä, mitkä ovat valurautaisen viemäriputken tyypillisimmät osat.

3. Tee luettelo valurautaputkien asennuksessa tarvittavista henkilökohtaisista suojaimista.

4. Selvitä, mitä maaleja eri valmistajat suosittelevat valurautaisen viemärin katkaisupintojen suojaukseen. Selvitä myös maalien tyypit.

5. Suorita valurautaviemärin katkaisupinnan suojaus viemärin valmistajan ohjeen mukaan.

6. Harjoittele valurautaviemärin katkaisua, katkaisupään suojausta maalilla ja yhteen asennusta.

7. Asenna valurautaviemäri kevytrakenteiseen seinään asennuskiskolla.

8. Asenna valurautaviemäri pystyyn kahteen erilaiseen seinätyyppiin niin, että huomioit äänen johtumisen.

9. Asenna valurautaviemäristö opettajan piirustuksen mukaan kattoon niin, että huomioit äänen johtumisen.

10. Tarkista, että asennukset ovat LVI-kortin kannakointiohjeen mukaiset.

11. Tarkista, että asennukset ovat valurautaviemärin valmistajan ohjeen mukaiset.

12. Selvitä kokeellisesti muoviviemärin ja valurautaviemärin äänieristyskyvyn ero.

13. Selvitä valurautaviemärin lämpölaajeneminen. Tee piirros siitä, miten asennat valurautaviemärin niin, että huomioit lämpölaajenemisen. Huomioi kannakkeissa viemärin liikkuminen.

14. Selvitä, mitä erilaisia vaatimuksia on valurautaviemärin kannakoinnille.

7.7 Kiinteistön ulkopuoliset viemäriputkitukset

Kiinteistön ulkopuolisiin viemäriputkituksiin kuuluvat rakennuksen ulkopuoliset viemäriputket, sadevesiputkistot ja salaojajärjestelmät. Näihin kuuluvat tarkistusputket, sadevesikaivot, perusvesikaivot, salaojatarkistuskaivot ja rännikaivot. Lisäksi kaava-alueen ulkopuolella käytetään erilaisia imeytysjärjestelmiä.

Yhdyskuntatekniikan viemäreitä

Työturvallisuus

Olennainen osa viemäriasennuksen työturvallisuutta on turvallinen kaivannossa työskentely. Kaivanto täytyy aina suunnitella ja toteuttaa suunnitellusti. Kaivannossa täytyy olla tuet sortumisen estämiseksi, tai sen tulee olla luiskattu maaperän vaatimusten mukaiseen kaltevuuteen.

Viemärin kaivanto täytyy tehdä ohjeiden mukaisesti ja tarvittaessa tukea.

Asentaminen

Kaivannon pohjalle pitää asetella asennusta varten sopivia maa-aineksia. Yleensä tiivistyksen ja tasauksen hoitaa maanrakennusurakoitsija.

Viemärille täytyy tehdä ”peti”.

Vesivaa’alla mitataan kaatoa.

Viemärin asennusta saneerauskohteessa

Viemärin materiaalista johtuva lämpölaajeneminen täytyy ottaa huomioon asennuksissa. Muovisissa kiinteistöviemäreissä paisuntavaraksi usein riittää viemärin muhviin jätettävä vara. Muoviviemäriä ei saa asentaa siten, että viemäri painuu täysin muhvin pohjaan kiinni. Viemäreissä voidaan tarvittaessa käyttää myös erillistä paisuntayhdettä.

Huomaa muovin suuri lämpölaajeneminen.

Rakennuksen alle jääviä viemäreitä on hyvä kannakoida kaikissa tapauksissa. Usein maavaraisen ei-kantavan alapohjan alle tulevat viemärit kuitenkin asennetaan täyttöön tehdylle asennuspedille, kuten asennettaisiin maahan tehtyyn kaivantoon.

Rakennuksen alle jäävät viemärit täytyy tarvittaessa tukea ja asentaa siten, etteivät niiden kaadot pääse muuttumaan.

Rakennukseen sisälle tulevan vesijohdon tulee olla vaihdettavissa. Usein vesijohto tuodaan valuista läpi läpivientiputkia käyttämällä. Läpivientiputki voi olla vaikkapa viemäriputki, joka on valettu kiinni rakenteisiin ja jonka läpi vesijohto mahtuu helposti.

Viemäriä asennetaan perustuksen läpi.

Sadevedet ja salaoja

Tarkistushaarojen, -putkien ja tarkistuskaivojen paikoista on määrätty rakentamismääräyksessä D1. Ohjeita saa esimerkiksi LVI-korteista ja valmistajien ohjekirjoista.

Viemärin tarkistusputki (kuva: Meltex Oy)

Maahan asennetut viemärit pitää voida tarkistaa ja tarvittaessa avata.

Yleensä viemärilinjassa pitää olla tarkistus- ja puhdistusmahdollisuus noin 40 m:n välimatkalla. Kaivojen ja haarojen paikat kannattaa tarkistaa asennettaessa ja suunnitella huolellisesti.

Rakennuksen ympärille tulee usein salaojaputkisto ja erillinen sadevesien keruuputkisto. Nämä vedet kootaan usein perusvesikaivoon, josta ne johdetaan jatkokäsittelyyn. Kaupunkialueella hulevedet johdetaan usein kaupungin sadevesiviemäriin. Silloin kun sadevesiviemäriin ei ole mahdollista tai pakollista liittyä, sadevedet (hulevedet) voidaan imeyttää maaperään ja joskus johtaa avo-ojaan. Kuntien rakennusjärjestyksessä on annettu kuntakohtaiset määräykset hulevesien käsittelystä.

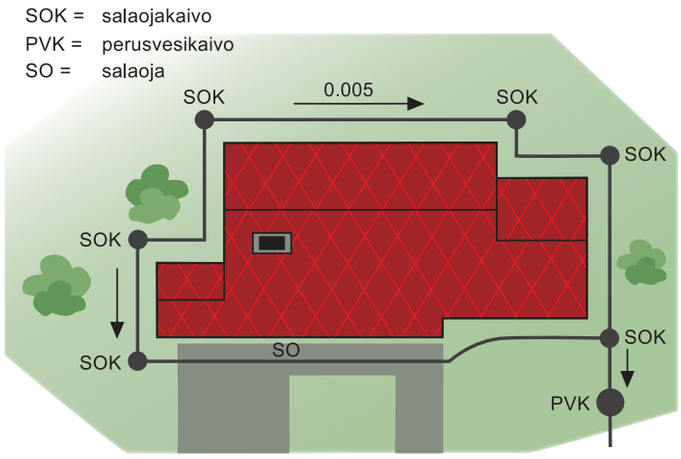
Viemärit ja salaojat eivät saa painua kaivannossa.

Sadevedet eivät saa päästä salaojaan kastelemaan perustuksia.

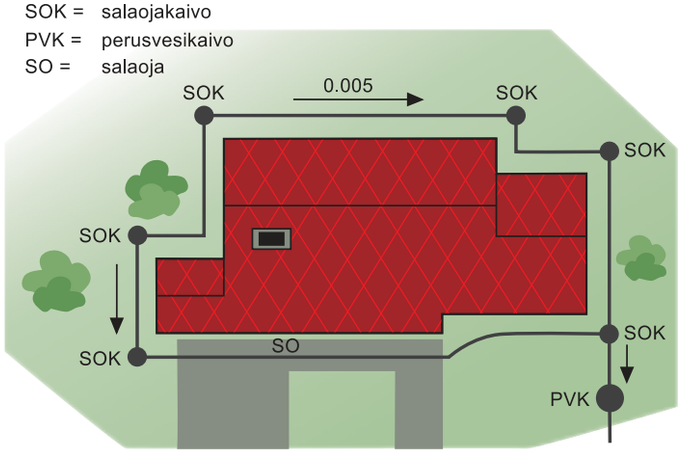
Perusvesikaivoon asennetaan salaojaan pallopadotusventtiili. Sadevedet eivät saa päästä valumaan kastelemaan rakennuksen perustuksia.

Pallopadotusventtiili (kuva: Uponor)

Tontilla imeytys tehdään esimerkiksi niin sanottuun kivipesään. Suunnittelija laskee kivipesän tarvittavan tilavuuden. Kivipesän tilalla voidaan käyttää esimerkiksi hulevesikaseteja tai hulevesitunneleita. Näistä kaikista johdetaan ylivuotoputki maastoon. Ylivuotoputken päähän pitää asentaa peltosalaojavälppä tai puhdistettava myyräverkko.



Talon ulkopuoliset salaojat (mukailtu lähteestä Uponor)



Talon ulkopuoliset sadevedenkeruuputket (mukailtu lähteestä Uponor)

Kulkutiellä olevat viemärikaivannot täytyy perustaa ja täyttää huolellisesti.

Hulevesitunneli (kuva: Meltex Oy)

Sadevesikaivoja ja rännivesikaivoja on monenlaisia. Ne kytketään sadeveden keruuputkistoon usein samalla periaatteella. Kaikissa niissä pitää huomioida myös puhdistusmahdollisuus.

Sadevesikaivot pitää asentaa niin, että ne on helppo puhdistaa.

Jätevesien käsittely haja-asutusalueilla

Haja-asutusalueilla joudutaan rakentamaan jätevesien käsittely tapauskohtaisesti. Joskus harmaat ja mustat vedet käsitellään erikseen. Jos kaikki jätevesi johdetaan yhteen viemäriin, ne käsitellään mustina vesinä. Harmaat vedet eivät vaadi yhtä suurta ja kallista käsittelyä kuin mustat vedet.

Jätevesien käsittelysysteemi asennuksessa

Harmaavedet ovat pesuvesiä.

Mustat vedet johdetaan umpisäiliöön tai puhdistamoon. Puhdistamoja on eri toimintaperiaatteilla toimivia. Mustien vesien pudistukseen käytetään biologista, kemiallista ja mekaanista puhdistusta. Laitteiden asennusta tekevän täytyy tutustua huolellisesti valmistajan ohjeisiin.

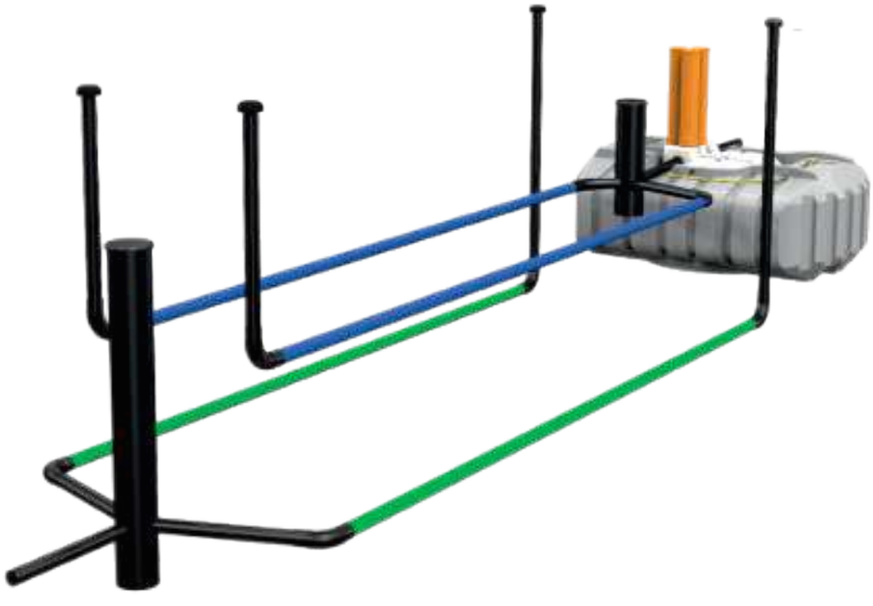
Rakennuksessa voi olla myös kaksiviemärijärjestelmä.

Harmaita vesiä käsitellään tonteilla puhdistamalla, suodattamalla ja imeyttämällä. Usein harmaasta vedestä on järkevää puhdistaa kiintoaineet ja esimerkiksi rasva. Fosfaattien poistaminen olisi hyvin suositeltavaa. Fosfaattien määrään vaikuttaa paljon siihen, minkälaisia pesuaineita käytetään.

Harmaavesisuodatin (kuva: Uponor)

HARMAAVESISUODATTIMIA on erilaisiin käyttökohteisiin ja tarkoituksiin. Asentajan täytyy myös ymmärtää, mikä malli soveltuu mihinkin kohteeseen, vaikka suunnittelija aina tekeekin jätevesisuunnitelman. Asentajan on hyvä osata tarjota vaihtoehtoja jätevesien käsittelyyn. Esimerkiksi haasteellinen maaperä vaikuttaa jätevesien käsittelyyn ja laitteistoon.

MAASUODATTAMO on yleinen ratkaisu jätevesien puhdistukseen silloin, kun imeyttämöä ei voida rakentaa. Maasuodattamon rakentaminen ei kuitenkaan ole aina mahdollista. Maaperä ja etäisyys vesistöön ovat usein rakentamisen esteenä. Pinta-alaltaan suuri maasuodatuskenttä voidaan korvata suodatuskasetein.



Maasuodattamo (kuva: Jita Oy)

Haja-asutuksen jätevesistä määrätään laissa ja asetuksessa, minkä lisäksi kuntien viranomaiset ovat antaneet omia kuntakohtaisia määräyksiä. Kuntien rakennusohjeissa on neuvottu, miten kyseisessä kunnassa halutaan toimittavan. Ympäristöministeriön Haja-asutuksen jätevedet -oppaassa annetaan ohjeita jätevesien purkupaikkoista.

Jätevesiviemärijärjestelmä pitää tehdä ammattitaitoisen suunnittelijan ohjeiden mukaan.

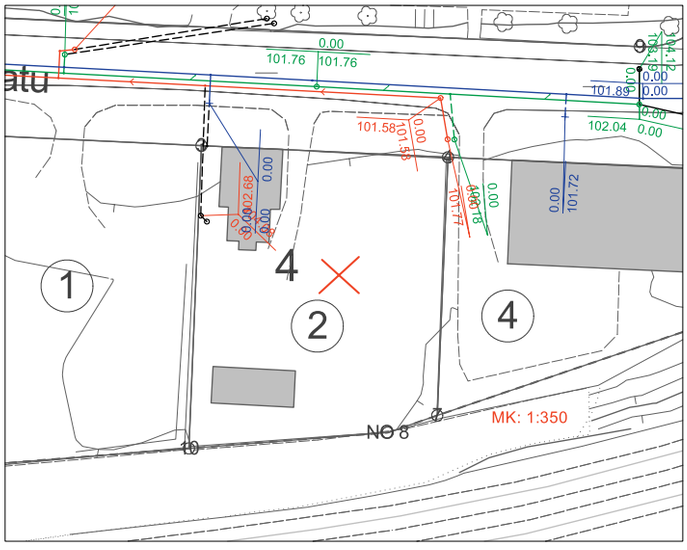
Myös maalämpökaivosta on olemassa suosituksia. Esimerkiksi lämpökaivon suositellut etäisyydet eri kohteisiin voivat olla seuraavat: toinen lämpökaivo 20 m, porakaivo 40 m, rengaskaivo 30 m, rakennus 3 m, tontin raja 10 m, jätevedet 30 m sekä harmaat vedet 20 m, viemärit ja vesijohdot 5 m ja kadun raja 5 m. Lisäksi pitää huomata, että ilman naapurin kirjallista suostumusta lämpökaivo on sijoitettava vähintään 10 m:n etäisyydelle tontin rajasta.

LVI-asemakuvasta ilmenevät suunnittelijan tarkastamat etäisyydet eri järjestelmille.

Jäteveden purkupaikkaa ja maalämpökaivoa suunnitellessa pitää huomioida myös talousvesikaivo. Talousvesikaivon olisi hyvä olla jäteveden purkupaikan yläpuolella ja riittävän kaukana maalämpökaivosta.

Viemärin korko

Viemärin korko on usein ilmoitettu piirustuksissa. Yleensä liittymiskohta ja perustuksen alituskohdan korko on merkitty piirustuksiin. Rakennuksen tontille on yleensä merkitty korkopiste, johon vertaamalla voi mitata viemäreidenkin korkoja.



Liittymiskohtalausuntokartta

Kaadon mittaaminen viemäristä on osa asennustyötä. Aluksi on kuitenkin hyvä saada viemärin lähtökorko oikein, jotta kaato on mahdollista saada tehdyksi asennettavalla matkalla.

> Tontille on merkitty korkopiste, jonka avulla voidaan määrittää asennuskorkoja.

Yleinen tapa koron mittaamisen ja kaatojen tarkistukseen ovat lasermittalaitteet. Laserilla mitataan matkoja, ja niillä voi asettaa kulmia ja linjoja.

Viemärin korko on sen vesijuoksun korko, ja käytännössä se on siten viemärin pohjan korko.

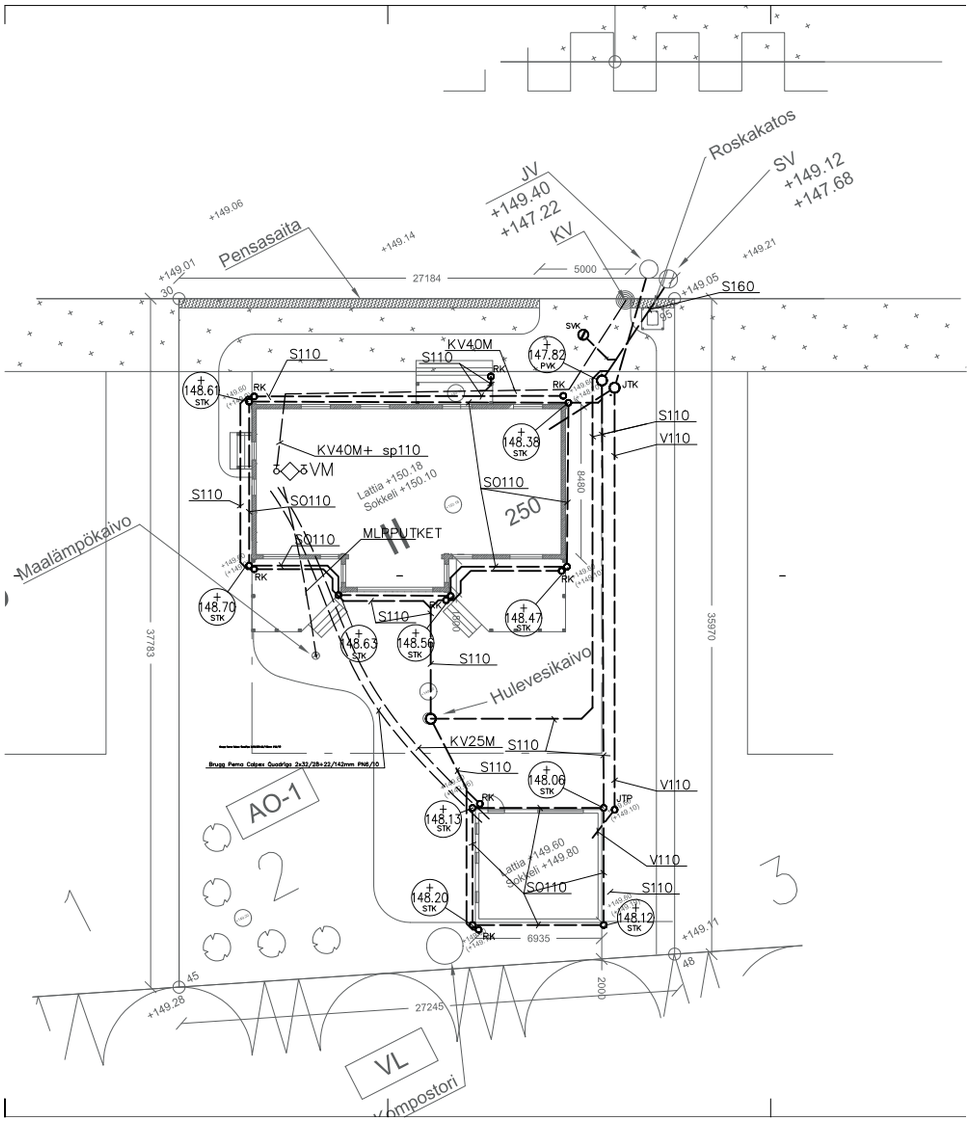
Laser

Viemäreillä ilmoitetaan padotuskorkeus. Jos padotuskorkeutta ei ole ilmoitettu, se on rakentamismääräyksen D1 mukaan yleensä liitoskohdassa viemärin laelta + 1000 mm.

> Alimman viemäröitävät kalusteen koron on oltava padotuskorkeuden yläpuolella.

Alin viemäröitävä kalusteen vesikorkeus pitää olla padotuskorkeuden yläpuolella. Padotuskorkeus ilmoitetaan liittymiskohtalausunnossa. Joskus on mahdollista tai pakko asentaa esimerkiksi lattiakaivoja padotuskorkeuden alle. Tällöin viemäriin voidaan asentaa padotusventtiili rakennustarkastajan luvalla, mutta viemärissä ei saa kulkea kuin harmaita vesiä. Mustat vedet estävät padotusventtiilin toiminnan.

Padotusventtiili (kuva: Meltex Oy)



Viemäriin liittyminen

Viemärin tarkistus

Viemärin tarkistuskaivon tai tarkistushaaran pitää olla rakennuksesta ulos tultaessa perustusten läheisyydessä. Tarkistuskaivoja tai haaroja täytyy olla rakentamismääräyksen D1 taulukon 3 mukaisin välein. Rakennuksen ulkopuolisten viemäreiden liittymät ja suunnan muutokset tehdään tarkistuskaivojen tai tarkistushaarojen yhteydessä.

Tarkistus- ja puhdistushaarat asennetaan niin, että huomioidaan enimmäisvälimatkat.

Viemärin puhdistusaukot:

VIEMÄRIN SIJAINTI	VIEMÄRI	PUHDISTUSAUKKO	PUHDISTUSAUKKOJEN ENIMMÄISMATKA
Rakennus	• Kytkentäviemäri • Pystykokoojaviemäri • Vaakakokoojaviemäri	• Kytkentäviemäri • Pystykokoojaviemäri • Vaakakokoojaviemäri	20 m
Alapohjan alla	• Puhdistusyhde tai tarkastusputki	• Puhdistusyhde tai tarkastusputki	20 m
Perusmuurin ulkopuolella	• Tarkastuskaivo tai tarkastusputki	• Tarkastuskaivo tai tarkastusputki	40 m

(mukailtu lähteestä Rakentamismääräys D1 taulukko 3)

Pumppaaminen

Hulevesiä ja joskus myös viemärivesiä joudutaan pumppaamaan. Yleensä syynä on sellainen korkeusero, ettei siirtoa voi tehdä viettoviemärillä. Jätevesiä joudutaan pumppaamaan silloin, kun suodatuskenttä on ylempänä kuin rakennus. Joskus pumppaukseen joudutaan turvautumaan, kun rakennuksen viemäripisteet jäävät padotuskorkeuden alapuolelle.

Rakennuksen sisälle tuleva viemärin pumppukaivo pitää päästä helposti huoltamaan.

Viemärivedet johdetaan normaali kaadoilla pumppukaivoon, josta ne pumpulla nostetaan tai siirretään paineviemärissä seuraavaan kaivoon tai viettoviemäriin.

Viemäriveden ja sadeveden pumppaukseen pitää valita siihen sopiva pumppu. Pumput viemärivedessä ovat malliltaan niin sanottuja repijäpumppuja ja sadevedessä likaisenveden pumppuja. Pumpun nostokorkeuden pitää olla riittävä. Yleensä suunnittelija määrittää pumppujen mallit ja koot, ja ne on merkitty piirustuksiin.

Eristykset

Eristykset viemäri- ja vesilinjoissa täytyy tehdä siten, että huomioidaan myös paikkakuntaisesti roudan keskimääräinen syvyys.

Auratuilla kulkuteillä routa painuu huomattavasti syvemmälle kuin lumen alla.

Eristeitä asennettaessa pitää noudattaa aina valmistajan ohjeita. Samassa viemärissä voi sen paikan mukaan olla erilaisia eristyksiä

Rakennuksen tuulettuvassa alapohjassa olevat viemärit eristetään aina.

Pumppukaivo
(kuva: Meltex Oy)

1. Selvitä Muoviputkien asennus -oppaan (Muoviteollisuus ry) avulla viemäriputken kaivannon täyttömaiden paksuudet ja ainekset. Piirrä kuva mittoineen.
2. Selvitä, miten viemäri asetetaan kaivantoon, miten muhvi huomioidaan ja mikä on tyypillinen viettoaste eli kaato jätevesiviemärillä ja hulevesiviemärillä. Piirrä kuvat, joista asia ilmenee.
3. Selvitä, kuinka paljon 4 m pitkä 110 mm:n viemäri lämpölaajenee maassa (+6 °C), kun siihen tulee lämmintä vettä (+50 °C).
4. Harjoittele läpiviennin tekoa perustuksiin ja valettuun lattiaan.
5. Selvitä, mikä on rakennuksesta ulospäin menevän viemärin ensimmäisen kaivon (tai tarkistushaaran) paikka. Kuinka kauas rakennuksen perustusten ulkopuolelle se pitää laittaa?
6. Selvitä salaojaputken ja sadevesiputken ero. Selvitä, millainen on peltosalaojaputki ja missä sitä saa käyttää.
7. Selvitä, miten salaojan tarkistuskaivo tehdään. Piirrä kuva.
8. Tee rännivesikaivon asennusharjoitus käyttämällä joustavaa T-haaraa ja joustavia mutkia.
9. Selvitä, mikä on sadevesien keruuputkiston sopiva kaato ja oikea asennustapa maahan.
10. Selvitä, mitä kotikunnassasi määrätään hulevesien käsittelystä.
11. Selvitä ja piirrä, miten sadevesikaivot kytketään keruuputkistoon. Millä yhteillä ja minkälaisilla mutkilla se tehdään?

---

12. Selvitä, mikä on imeytyskentän ja maasuodattamon ero.
13. Piirrä kartta, jossa tontille sijoitetaan umpikaivo jätevesille, maalämpökaivo ja talousvesien porakaivo.
14. Selvitä, mikä on WC-istuimen ja lattiakaivon asennuksessa niiden padotuskorkeutta laskettava ”vesikorkeus”. Piirrä leikkauskuva jossa on viemäri, lattiakaivo ja WC-istuin.
15. Etsi ohje siitä, miten paineviemäri kytketään viettoviemäriin.
16. Selvitä, miksi viemäreihin tehdään eristyksiä. Mitä eristyksiä voi joutua tekemään viemäriin talon alapohjassa, ja miksi niitä tehdään?

---

17. Harjoittele viemärin eristystä kourulla ja levyllä.

7.8 Vesijohtokalustus

Kalustusvaihe on erittäin tärkeää hoitaa ammattimaisella tarkkuudella, koska loppuasiakas näkee ainoastaan sen, mitä kalustusvaiheessa jää näkyville. Tämän vuoksi on kiinnitettävä erityistä huomiota vesikalusteiden (hanat, WC-istuimet ja pesualtaat) asennusten suoruuteen ja huolelliseen kiinnittämiseen. Lisäksi asennustöissä on huolehdittava siitä, että ympäristön suojaus on tehty kunnollisesti, koska työssä toimitaan lähes valmiissa tilassa.

Pesuhuone

Kaikissa kalustuksissa on noudatettava valmistajan ohjeita, eli asennusohjeet on käytävä läpi huolellisesti ennen asennusta. Asennuksen aikainen vesikalusteiden suojaaminen on myös huomioitava, ettei asennettavan vesikalusteen pintamateriaaliin tule asennusvaiheessa vaurioita (naarmuja tai kolhuja). Suojauksesta on huolehdittava myös asennuksen jälkeen, jotta vesikalustus saadaan luovutetuksi loppuasiakkaalle moitteettomassa kunnossa.

Työturvallisuus

Vesikalusteiden asennustöissä on kiinnitettävä huomiota muun muassa painavien vesikalusteiden siirtämiseen, kiinnittämiseen ja rajapintojen tiivistämiseen. Vesikalusteiden (esim. pesualtaiden ja WC-istuimien) kiinnittämisessä tarvitaan usein poravasaraa, mikä voi aiheuttaa silmävammojen vaaran. Usein työssä myös joudutaan työskentelemään kasvot lähellä porauskohtaa, jolloin poranterästä voi sinkoutua laajallekin alueelle teräviä kaakelinpalasia.

Sinkoutuva kappale voi silmään osuessaan aiheuttaa pahimmillaan näönmenetyksen, joten suojalaseja on syytä käyttää aina, kun tehdään tämän tyyppisiä asennustöitä. Samoin kova työstämisen ääni voi aiheuttaa kuulovaurioita, joten kuulosuojaimien käyttö työmaalla on pakollista. Suojavälineiden käyttö onkin nykyisin työmailla pakollista. Käsien suojaaminen on myös tärkeää, koska esimerkiksi kulmahiomakoneen käytössä piilee aina vaaroja, jos työskennellään paljain käsin. Myös eri materiaalien leikkuureunat voivat aiheuttaa viiltohaavoja käsiin. Valmiissa asunnoissa tulee välttää tulitöiden tekemistä.

> Työn hyvä suunnittelu on myös osa työturvallisuutta.

Yleisimmät asennustyökalut

Vesikalusteiden asennustöihin tarvitaan muun muassa putkentaivuttimia eri putkikoille, putkileikkuri (kova kupari ja PEX), poranteriä, poravasara, kaakeliterä (kuppi- ja kaakeliporanterä), silikoniprässi, merkitsemisvälineet, kuviosaha, vasara ja normaalit käsityökalut yms.

Putkiasennustarvikkeita

Yleisimmät asennusmääräykset

Vesikalusteiden tulee täyttää suomalaiset standardit. Lisäksi vesikalusteiden asennuksessa ja suunnittelussa tulee noudattaa paikallisia viranomaismääräyksiä sekä valmistajan asennusohjeita.

Ympäristöministeriön päätöksen mukaisesti säädetään rakennustuotteiden hyväksynnästä 13. päivänä maaliskuuta 2003 annetun lain (230/2003) 10 §:n sekä 5. päivänä helmikuuta 1999 annetun maankäyttö- ja rakennuslain (132/1999) 13 §:n nojalla vesikalusteiden tyyppihyväksynnässä noudatettavaksi oheisia ohjeita. Mainitut ohjeet kattavat kaksiotehanat, yksiotehanat ja termostaattihanat.

Suomen rakentamismääräyskokoelma:D1 (2007) ja C2 (1998, ympäristöministeriö asunto- ja rakennusosasto)

C2/8.1.1
Kiinteistön vesi- ja viemärilaitteistot sekä ilmanvaihto-, lämmitys- ja jäähdytyslaitteistot niihin liittyvine laitteineen on suunniteltava, rakennettava ja varustettava siten, että mahdollinen vesivuoto voidaan havaita niin aikaisin, ettei se ehdi aiheuttaa laajaa vesi- tai kosteusvahinkoa. Putket, kanavat ja laitteet on sijoitettava, eristettävä tai varustettava siten, ettei vesi putkistossa jäädy ja ettei putkien, kanavien tai laitteiden pinnoille tiivisty haitallisesti vettä tai tiivistyvä vesi on johdettavissa pois haittaa aiheuttamatta.

C2/8.1.1.2
Jos tilassa ei ole lattiakaivoa, sijoitetaan vesijohtoverkostoon kytketyn laitteen alle vesitiivis, viemäriin johtavalla ylijuoksuputkella varustettu kaukalo tai laitteen alusta tehdään vesitiiviiksi niin, että mahdollinen vesivuoto voidaan havaita. Vesitiivis alusta nostetaan seinälle niin, että mahdollinen vuotovesi ei pääse rakenteisiin lattian ja seinän liitoksen kautta.

D1 kokoelmasta (määräys)
Vesilaitteisto on tehtävä sellaiseksi, että veden kanssa kosketukseen joutuvista materiaaleista ei irtoa tai liukene veteen haitallisessa määrin terveydelle haitallisia tai vaarallisia aineita. Veden on säilyttävä jatkuvasti laatuvaatimukset täyttävänä. Vesilaitteiston materiaaleina on käytettävä käyttötarkoitukseen sopivia laadultaan testattuja ja tarkastettuja materiaaleja.

Rakennukseen asennettava vesijohto ja siihen liitetyt laitteet on sijoitettava siten, että mahdollinen vesivuoto voidaan havaita luotettavasti ja ajoissa, ja vesijohto voidaan helposti tarkastaa ja korjata. Märkätilan lattiaan ei saa tehdä vesijohtojen läpivientejä.

Vesikalusteen rakenteen ja sijainnin on oltava sellainen, että sen käyttö on helppoa ja että veden ottaminen voidaan suorittaa ilman haitallista roiskumista ja muuta haittaa.

WC:n asennus

WC-istuimen materiaali on tyypillisesti saniteettiposliinia, joka on helppo pitää puhtaana normaalissa käytössä. WC-istuin voi olla malliltaan perinteinen, jolloin sekä istuinosa että vesisäiliö ovat näkyvissä. Vaihtoehtoisesti WC-istuin voi olla seinään upotettu malli, jolloin ainoastaan istuinosa on näkyvissä ja vesisäiliö on piilotettuna seinän rakenteeseen.

Seinäasenteisia WC-istuimia

Seinään upotetun mallin vesisäiliö on sijoitettu valmiiseen metalliseen runkoon, joka sijoitetaan kokonaan seinän sisään. Vesisäiliön asennus on siten huomioitava jo kauan ennen kuin itse WC-tilan pintamateriaaleja on asennettu, siis jo runkovaiheessa.

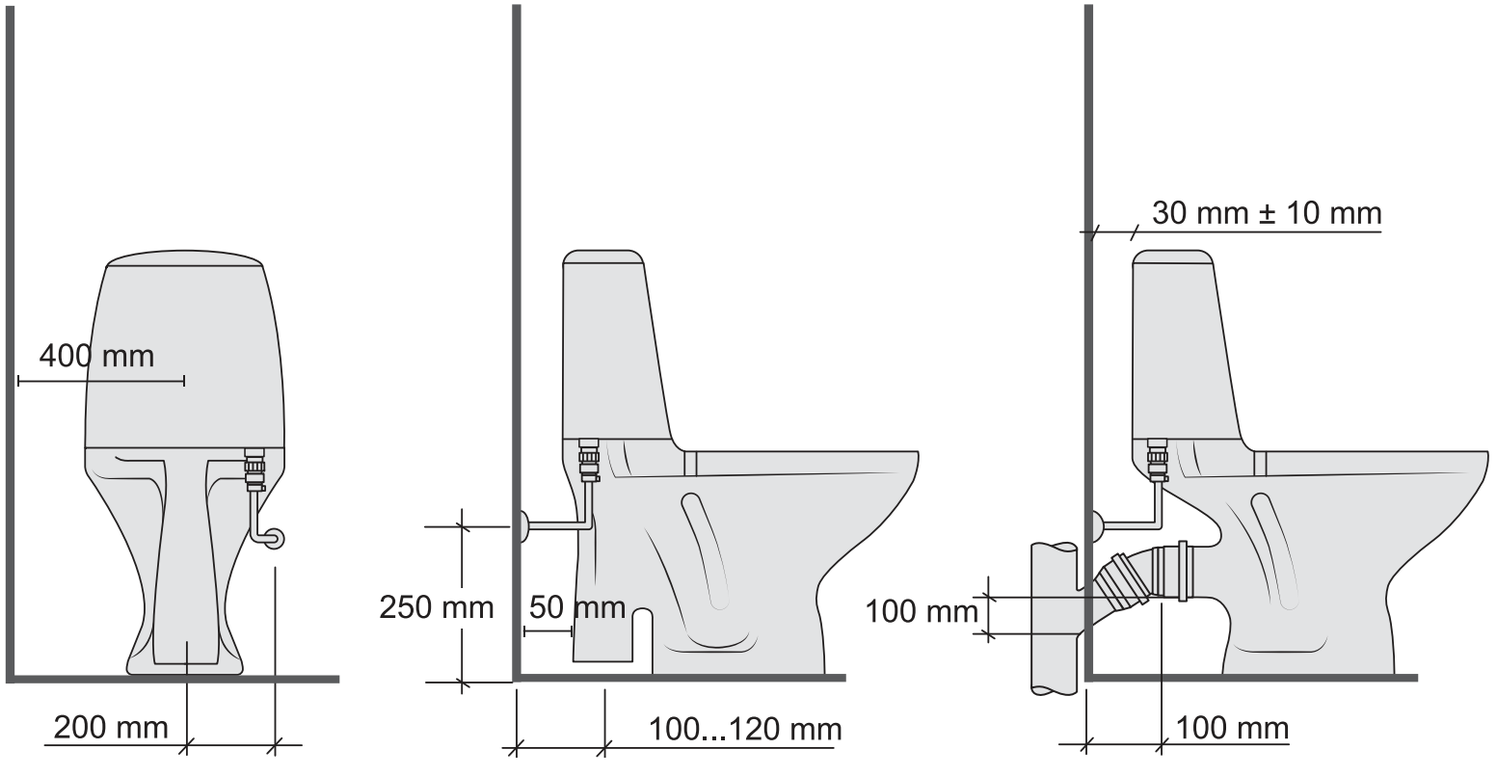
Muista, että seinän sisälle asennetun vesisäiliön vuodon on tultava näkyviin.

Asennuksessa on otettava huomioon WC-istuimen tilantarve, eikä liian ahtaaseen tilaan tule sijoittaa WC-istuinta. Tämä ei aina kuitenkaan ole mahdollista vanhojen rakennusten pesutilojen ahtauden vuoksi. Tällöin on tarve löytää järkevä kompromissi.

Mahdollisuuksien mukaan on pyrittävä välttämään WC-istuimen kiinnittämistä poraamalla lattiaan.

Asennuksessa on huomioitava myös istuimen kiinnitys, koska nykyaikaisilla kiinnitysmassoilla on mahdollista kiinnittää WC-istuin ilman kiinteitä kiinnitystarvikkeita (proput ja ruuvit). Asennuksessa on myös huomioitava mahdollinen sähköinen ja vesikiertoinen lattialämmitys, ettei asennuksessa vaurioiteta lattiaan asennettuja lämmityslaitteita.

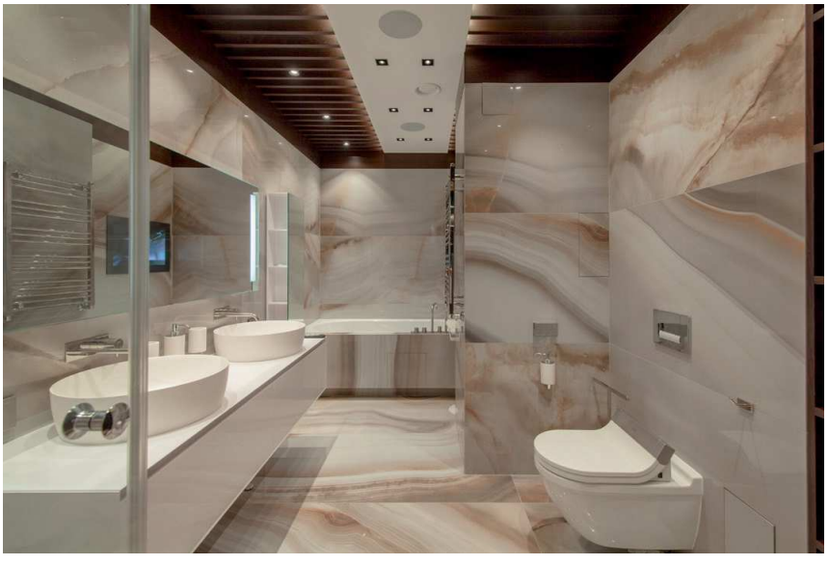
WC-istuin vaatii 110 mm:n PVC-viemärin liitoksen. Lähtöliittimen suunta voi asennettavan mallin mukaan olla suoraan alas (S-lukko) tai vaihtoehtoisesti suoraan istuimen taakse (P-lukko).



WC-istuimen asennusmittoja

Pesualtaan (lavuaari) asennus

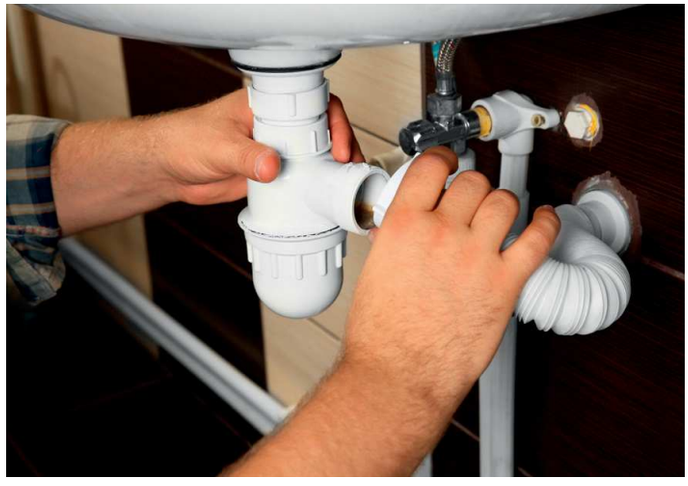
Pesualtaan materiaali voi vaihdella saniteettiposliinista emaloituun teräkseen tai johonkin vastaavaan materiaaliin. Pesualtaan materiaali voi myös olla esimerkiksi luonnonmateriaalia (hiottu kivi, puristettu kivi- tai muovimateriaali).



Pesuhuoneeseen asennettuja pesualtaita

Pesualtaan asennustapoja on myös useita. Perinteisin tapa on asentaa pesuallas omille kannakkeilleen, jotka toimitetaan pesualtaan mukana. Pesuallas voidaan myös asentaa upottamalla se tasoon, jolloin tasoon tuleva aukko pitää sahata kyseisessä tilassa. Jos tason materiaali on kiveä, toimittajan pitää huolehtia tason työstöstä. Kivitason työstäminen jälkeenpäin työkohteessa on pölyävää ja työlästä, joten sitä ei suositella. Puutason työstämiseen tarvitaan kuviosaha, jolla tehdään allasta varten reikä tasoon. Altaan kiinnitys on tehtävä tukevasti, koska kiinnityksen tulee kestää myös nojaaminen sitä vasten.

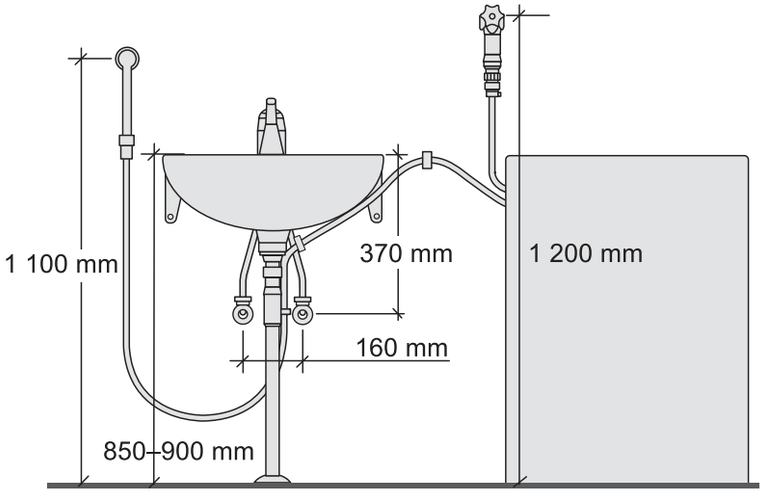
Pesualtaaseen kiinnitettävän hanan asennus on myös huomioitava ennen kuin pesuallas kiinnitetään paikoilleen. Viemäröinnin tilantarve on syytä myös tarkistaa ennen pesualtaan lopullista kiinnitystä.



Vesilukkojen asennuksia

Vesikaluste voidaan liittää käyttämällä pintaputkitusta (suosittu varsinkin saneerauskohteissa) tai upottamalla vesijohto rakenteeseen, jolloin liittäminen vaatii hanakulmarasian. Hanakulmarasian sijoitus on tarkistettava kalusteiden mukaan.

Bideehana



Pesualtaan asennusmittoja

Pesualtaiden asennuskorkeus vaihtelee käyttäjien mukaan. Lisäksi asennuksessa on huomioitava liikuntaesteisten erityisvaatimukset. Yleisesti uusissa asennuksissa altaan yläreuna sijoittuu noin 85 cm:n korkeudelle.

> Keskustele vesikalusteiden asennuskorkeuksista työn tilaajan kanssa ennen asennusta.

Pesualtaan viemäröinti on myös suoritettava huolellisesti, jolloin vältytään myöhemmiltä vesivuodoilta. Viemäröinnissä on käytettävä vesilukollista viemärisarjaa, joka usein toimitetaan myös altaan mukana. Pesuallas on liitettävä vähintään 50 mm:n viemäriin.

Pesupöydän asennus

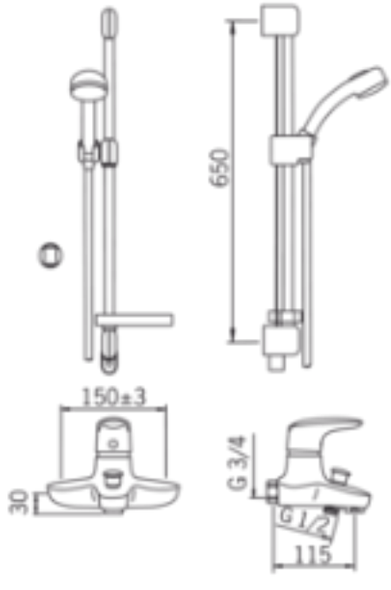
Pesupöydällä tarkoitetaan lähinnä omilla jaloillaan seisovaa pesuallasta, sijaitseepa se suurtalouskeittiössä, pesulassa tai muussa vastaavassa tilassa. Pesupöytä voidaan liittää kiinteästi osaksi kalustekokonaisuutta, tai se voi olla myös pyörillä varustettu ja helposti siirrettävissä. Hanaa ei varsinaisesti kiinnitetä itse pöytään, vaan vesipiste on normaalisti letkulla varustettu.

Pesupöydän asennuksessa kiinnitetään huomiota ensisijaisesti asennusohjeiden noudattamiseen. Asennuskorokkeet pitävät metallirakenteiset jalat irti mahdollisesti kosteasta tai märästä lattiasta, jolloin korroosiovaurioiden mahdollisuutta voidaan vähentää metallirakenteessa.

Pesupöytä

Suihkun asennus ja seinäsekoittajan asennus

Suihkukokonaisuus muodostuu sekoittajasta, käsihanasta ja letkusta sekä tietenkin kiinnitystelineestä. Suihkusekoittaja voi olla termostaatti- tai käsisäätöinen. Suihkumalleja (sekoittajia) on lukuisia käsisäätöisistä aina sähköajastettuihin malleihin. Pesutilojen saneerausten yhteydessä vesikalusteet kuten myös vanha suihkulaite vaihdetaan yleisesti uuteen. Vaihtaminen on usein laitteen toiminnan kannalta tarpeetonta, mutta uusissa suihkusekoittajissa vedensäästö on jo hyvä peruste vaihdolle. Aikaa myöten myös vesijohtoverkostossa olevat epäpuhtaudet aiheuttavat suihkusekoittajan lämpötilan säätöön ongelmia.

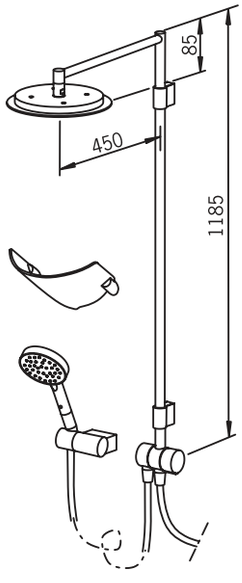


Oraksen suihkusetti

Niin sanotut sadesuihkumallit ovat myös yleistyneet. Niissä suihkuputki on kiinteä ja itse suihkuosa on lautasmallinen katon alapuolella. Suihkuosa voidaan sijoittaa myös katon rakenteeseen, jolloin näkyvää suihkuputkea ei ole vaan se on sijoitettu seinärakenteeseen. Tämän tyyppinen ratkaisu vaatii hyvää ennakkosuunnittelua, ja siihen liittyvät vesikalusteet ovat huomattavasti kalliimpia kuin perinteisten suihkujärjestelmien.

Valmis asennus

Suihkusekoittaja voidaan liittää vesijohtoverkkoon käyttämällä pintaputkitusta (suosittu varsinkin saneerauskohteissa) tai upottamalla vesijohto rakenteeseen, jolloin liittäminen vaatii hanakulmarasiat sekä kylmälle että kuumalle vedelle. Hanakulmarasioiden sijoituskorko ja etäisyys on tarkistettava varsinkin uppoasennuksessa ennen pintamateriaalien kiinnitystä. Normaalisti asennuksessa käytetään asennussapluunaa, joka on tarkoitettu halutulle kalusteelle. Näin varmistetaan oikea hanakulmarasioiden (uppoasennus) etäisyys toisistaan.



Oras-sadesuihkusetin asennusmittoja

Pinta-asennuksessa hanakulmaliittimet (messinki) asennetaan valmiiseen pintamateriaaliin ja kiinnitysruuvien reiät tiivistetään tiivistysmassalla, jolloin varmistetaan vesieristeen eheys. Suihkusekoittaja kytketään aina suluilla varustettuihin kulmaliittimiin.

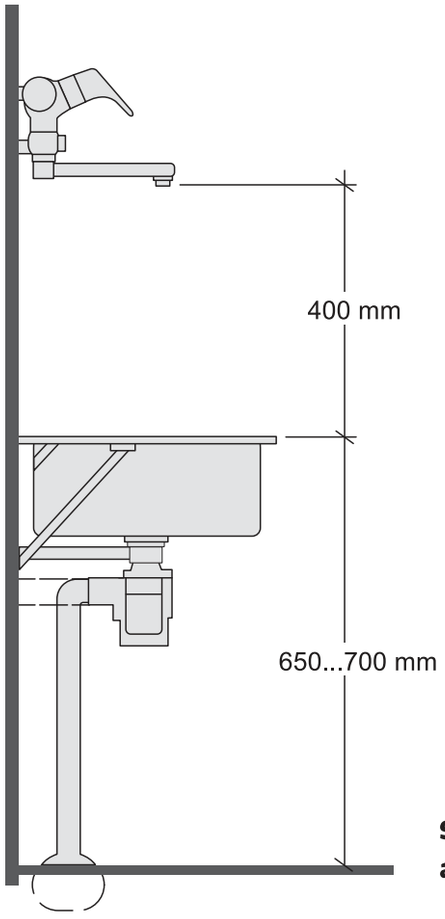
Siivousaltaan asennus

Siivousallasta valitessa on huomioitava lopullinen käyttötarkoitus eli se, käytetäänkö allasta vain satunnaisesti käsienpesuun kotitalouskäytössä vai ammattimaisessa siivouskäytössä. Altaita on pienistä käsienpesualtaasta aina isoihin matonpesualtaisiin. Siivousaltaat sijoitetaan usein ahtaisiin tiloihin, joten niiden pitää usein olla kooltaan pieniä, mikä taas ei välttämättä ole käytännöllisin vaihtoehto. Kodinhoitohuoneen allas voi olla perinteinen niin sanottu keittiöallas. Käyttöpaikkoina altaat voidaan sijoittaa siivouskomeroihin, kodinhoitohuoneisiin, WC- tai saniteettitiloihin, autotalliin, ulkorakennuksiin yms. tiloihin. Siivousaltaiden materiaalina käytetään yleisesti terästä, koska se kestää hyvin rankkaakin käyttöä ja on puhdistettavissa helposti ja tarvittaessa myös mekaanisesti.

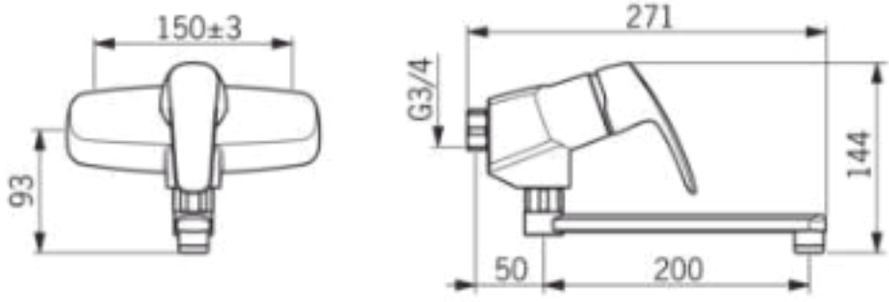
Asennus suoritetaan normaalisti kiinnittämällä allas altaan päällä olevasta laippaosasta, joka myös suojaa seinää mahdollisilta vesiroiskeilta, ja kiinnittämällä seinäteline asennusalustaan. Altaan korkeus on samojen korkeusohjeiden mukainen kuin muidenkin pesualtaiden. Allas voi varsinkin kodinhoitohuoneessa olla tasoon upotettu. Siivousaltaan hanana käytetään usein pinta-asenteista varsihanaa.

Siivousallas

Altaan mukana toimitetaan normaalisti seinäkannakkeet, ylivuotopohjaventtiili, vesilukko ja ketjullinen tulppa. Toimitussisältö voi vaihdella merkki- ja mallikohtaisesti.



Siivousaltaan asennusmittoja

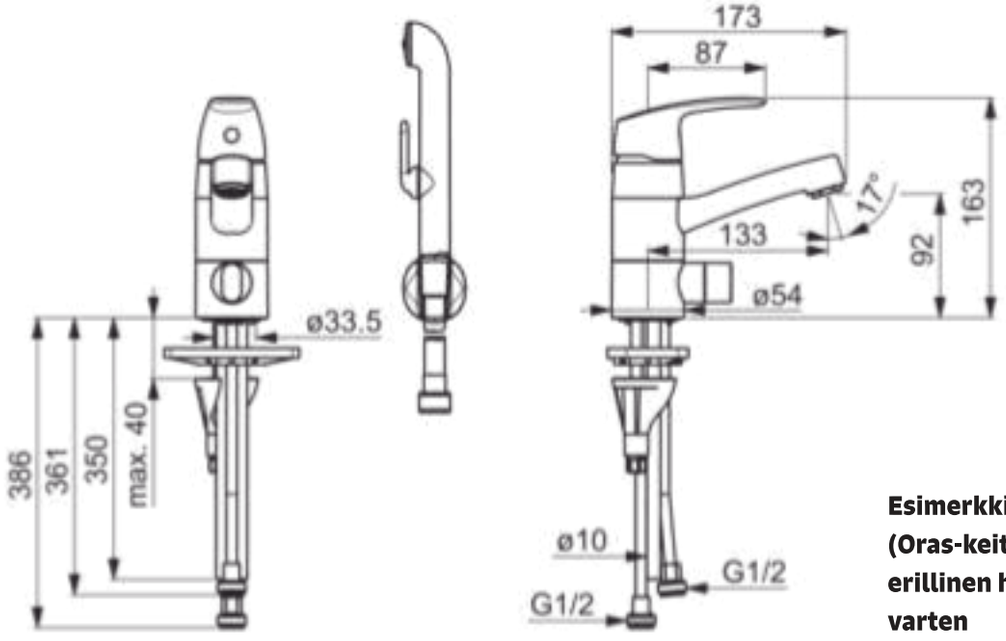


Oraksen aputilahanan asennusmittoja

Pidemmällä takalaipalla olevaan altaaseen hanan voi kiinnittää altaan reunaan ja sen päällä voi pitää esimerkiksi pesuainepulloja ja pieniä siivousvälineitä. Lyhyellä takalaipalla olevassa altaassa hana tulee kiinnittää seinään altaan yläpuolelle.

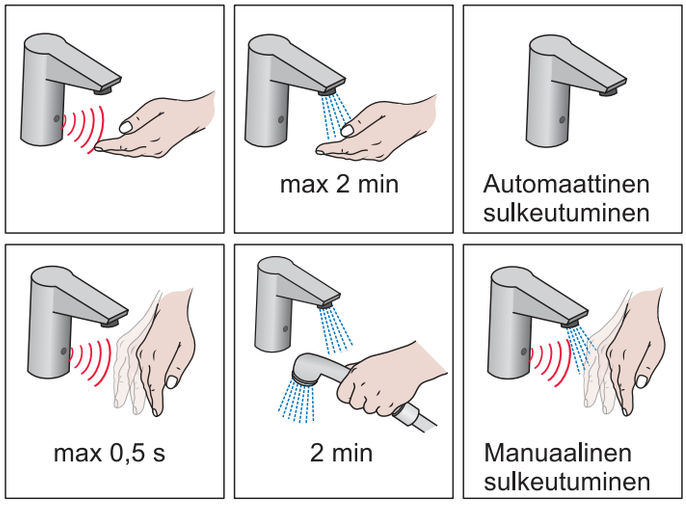
Pesukonehanan asennus

Pesukoneelle on asennettava sulkuventtiili, olipa kyseessä pyykinpesu- tai astianpesukone. Pesukonehana voi olla erillinen, tai se voi olla yhdistetty esimerkiksi keittiöhanaan sen mukaan, mistä käyttötarkoituksesta on kysymys. Tyypillisesti pyykinpesukone liitetään pesutilassa tai kodinhoitohuoneessa erillisellä hanalla. Vastaavasti astianpesukoneen liittämisessä vesijohtoverkkoon käytetään keittiöhanan yhteydessä erillistä hanaa (kiinni pesualtaassa) tai hana on yhdistetty keittiöhanan rakenteeseen.



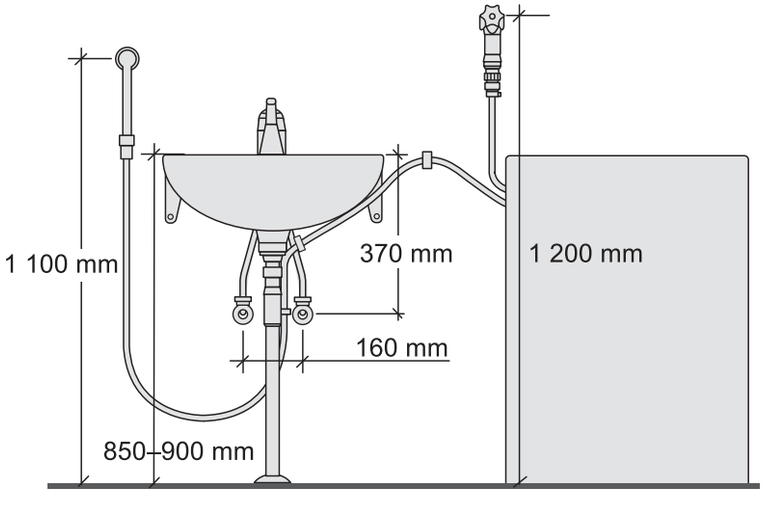
Esimerkki pesukonehanasta (Oras-keittiöhana), jossa on erillinen hana pesukonetta varten

Uusimmissa keittiöhanoissa voidaan käyttää myös sähköistä ohjausta, joka sulkeutuu automaattisesti valitun ajan päätyttyä. Tällöin hana tarvitsee käyttöjännitteen, joka voi tulla 230 V:n verkosta, tai käyttöjännite voidaan toteuttaa paristoilla. Sähköinen ohjaus parantaa vuototurvallisuutta.



Sähköisesti ohjatun hanan toimintoja

Pesukonehana asennetaan pesukoneen lähelle, jolloin sen käyttö on helppoa ja hanan asento (kiinni/auki) on helposti havainnoitavissa normaalissa käytössä. Hanaan tulevan veden liittämiseen voidaan käyttää pinta-asennusputkia tai rakenteeseen upotettuja putkia (hanakulma-asennus).



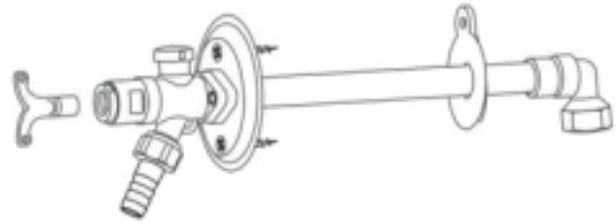
Pesukonehanan asennusmittoja

Pesukoneen tulovesiletkun liitännässä on aina käytettävä takaisinimusuojausta. Takaisinimusuojauksessa käytetään aina tyhjiöventtiiliä, jonka osana on myös takaiskuventtiili. Asennuksessa on huomioitava poistoletkun asennusvaatimukset, jottei pesukoneesta valu vesi pois tarpeettomasti (putken on noustava koneen vesipinnan yläpuolelle).

Tasolle asennettaessa on huomioitava valmistajan asennusohjeet. Jos hana kiinnitetään terästasoon, reikä hanaa varten tehdään lävistystyökalua käyttämällä, jolloin läpivientireiästä saadaan siisti ilman turhia työstöjälkiä. Hanan varren kääntösektori pitää myös säätää siten, ettei hanaa pysty kääntämään suoraan sivuun niin, että vesi voi ohjautua suoraan tason päälle. Veden pitää ohjautua hanaa käytettäessä vain altaaseen.

Vesipostiventtiilin asennus

Vesiposti on kätevä ulkotiloissa, jolloin vesipiste saadaan ulos ilman jäätymisvaaraa. Vesipostiin johdetaan kylmä vesi. Rakenteeltaan vesiposti on sellainen, että vesipostin sulkuventtiili sijaitsee rakenteen lämpimällä puolella. Käyttämisen jälkeen vesi valuu pois eikä siis pääse jäätymään putkeen.



Oras-vesipostiventtiili

Asennuksessa on huomioitava vesipostiventtiilin sijoituspaikka ulkona ja rakennuksessa jo olemassa oleva vesijohtoverkko. Tällöin vältytään pitkiltä putkivedoilta ja säästetään asennuskustannuksissa ja myös materiaaleissa.

Vesipostiventtiilissä on säädettävä ”liukuputki”, jolloin oikea pituus voidaan säätää seinän paksuuden mukaan. Läpivientiputken pituutta voidaan säätää eri malleissa myös katkaisemalla putki oikeaan mittaan. Vesiposti voidaan avata ja sulkea ulkopuolelta. Vesiliitos tehdään letkuliittimeen, joka vaatii kiristimen letkuliitoksen tiivistykseen.

Asennustyössä porataan rakenteen läpi vesipostin asennusohjeiden mukainen läpivientireikä. Reikään pujotetaan vesiposti. Ulkopuolella oleva laippa kiinnitetään seinään pakkauksen mukana tulevilla kiinnitysruuveilla. Läpivientireikää poratessa on huomioitava, että vesiposti pitää asentaa alaspäin viettäväksi, jotta putkessa oleva vesi valuu pois (asennusohjeen mukaan 2–3 astetta).

TEHTÄVIÄ

1. Selvitä, mitä viranomaismääräyksiä rakennustyömaalla pitää noudattaa.

2. Suunnittele jokin asennustehtävä ja listaa työturvallisuuden kannalta tärkeitä asioita, joihin pitää kiinnittää huomiota asennustyötä tehdessä (esim. käsityökalun luiskahtamisen vaikutukset).

3. Miten seinämallisen WC-laitteen asennus eroaa perinteisen WC-laitteen asennuksesta?

---

4. Asenna valittu lattiamallinen WC-laite alustaan ja liitä se vesijohtoverkkoon valmistajan asennusohjeita noudattaen.

5. Asenna seinäasenteinen WC-laitteen säiliö-osa ja liitä siihen istuin-osa. Liitä WC-laite vesijohtoverkkoon valmistajan asennusohjeita noudattaen.

6. Asenna perinteinen pesuallas omalla seinäkiinnikkeellä ja kytke siihen viemäri ja pesuallashana valmistajan asennusohjeita noudattaen.

7. Selvitä asennusohjeista suihkusekoittajan asennusmitat ja mieti, mitä ongelmia voi tulla eteen asennustyön edetessä.

8. Pura ja kokoa suihkusekoittaja ja asenna se paikoilleen.

9. Tutki esimerkiksi Oraksen huolto-opasta ja listaa mahdolliset pesukonehanan huoltokohteet.

10. Tee altaan asennus valmistajan ohjeiden mukaisesti

11. Selvitä, mitä rakenteellisissa asioita pitää ottaa huomioon, kun teet läpivientireikää eri materiaaleihin.

12. Asenna vesipostiventtiili.

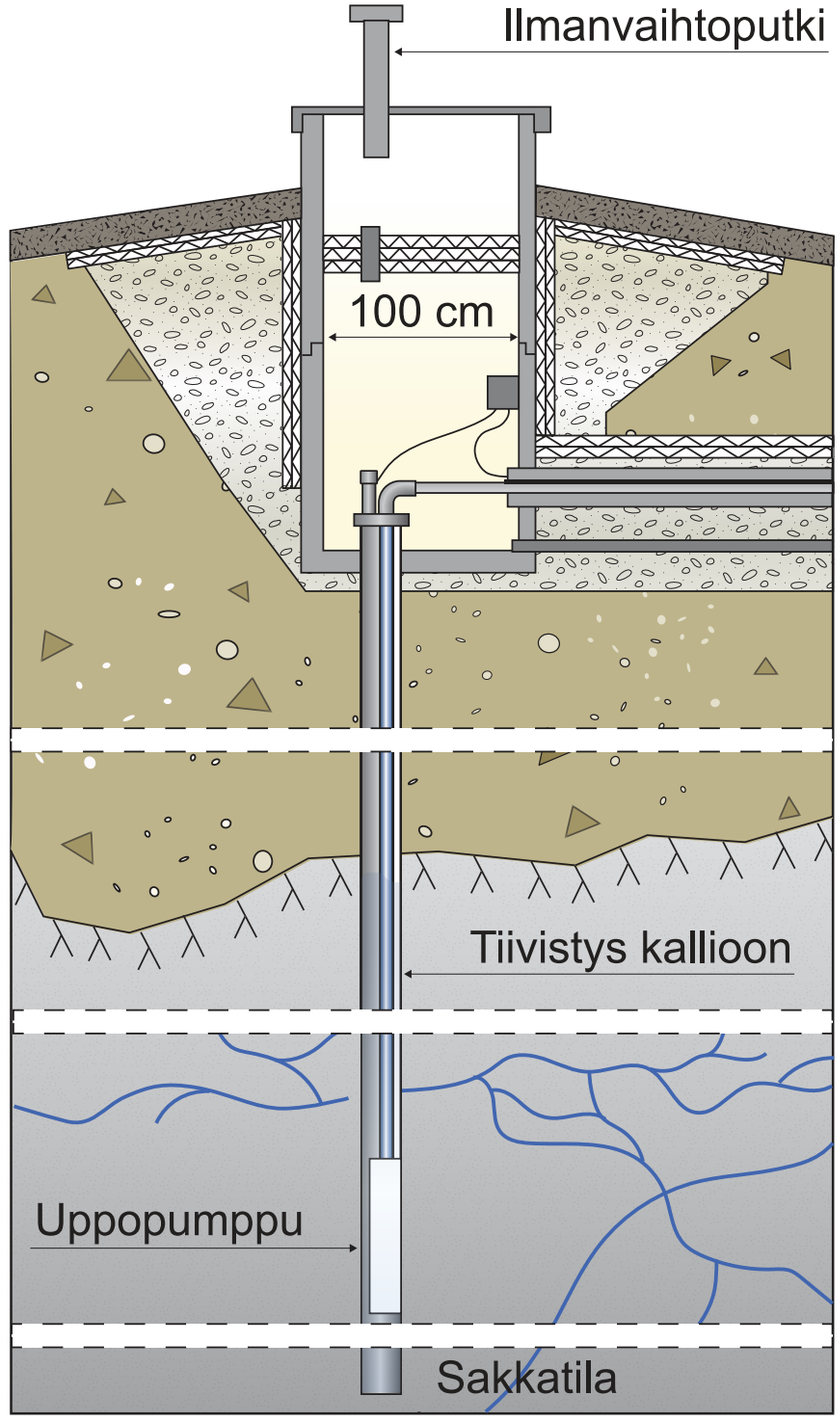
7.9 Porakaivot ja pumppaamot

Porakaivot

Porakaivolla tarkoitetaan kallioon porattua pohjaveteen ulottuvaa syvää (yleensä max 150 m) reikää, johon sijoitetaan porakaivopumppu. Porakaivopumpulla vesi pumpataan kiinteistön käyttövesijärjestelmään. Porareikä on tyypillisesti 20–80 m syvä ja halkaisijaltaan 140–160 mm.

Porakaivoon ei saa päästä pintavesiä. Porakaivon maahan porattu osa tiivistetään joko teräsputkella tai muoviputkella, joka ulottuu aina porareikään asti (kallioon).

Porareiän tekemiseen tarvitaan erityislaitteisto, joten se on erikoisosaamista vaativaa työtä. Palvelun tarjoajia on kuitenkin alueellisesti hyvin saatavilla, ja hinnat ovat kilpailun vuoksi maltillisia.



Porakaivossa käytetään tarkoitukseen valmistettuja uppopumppuja, jotka ovat monijaksoisia pitkänmallisia keskipakopumppuja.

Porakaivopumpun moottori sijaitsee rakenteen alaosassa. Porakaivupumput ovat hyvin pitkäikäisiä. Uudet porakaivopumput ovat pehmeäkäynnisteisiä, jolloin vältytään tarpeettomilta paineiskuilta. Vanhemmissa porakaivoissa on käytetty myös ejektorimallista pumppua. Ejektoripumppu vaatii toimiakseen kaksi putkea, eikä sitä sijoiteta itse porakaivoon (käytännössä ei mahdu).

Porakaivopumppua ei asenneta aivan poratun reiän pohjalle, vaan pohjaan jätetään riittävä tila porausjätteelle, joka aikaa myöden laskeutuu pohjalle. Suurin osa porausjätteestä kuitenkin tulee pois porareiästä normaalin käytön mukana ja huuhtelun aikana.

Porakaivon pohjalle tulee jättää niin sanottu sakkatila, joten pumppu jätetään (nostetaan) reilusti irti pohjasta.

Yleisin käytetty porakaivopumppu on Grundfosin valmistama. Porakaivopumppu voi toimia joko valovirralla (230 V) tai voimavirralla (400 V) sen mukaan, kuinka tehokasta pumppua tarvitaan ja mikä on käytettävä jännite.

Pumppaamot (vesi- ja viemäri-)

Pumppaamoita voidaan käyttää puhdasvesi-, jätevesi-, tai sadevesijärjestelmissä. Puhdasvesijärjestelmissä painetta voidaan nostaa välipumppaamolla, jos siirtomatkat ovat pitkiä. Porakaivopumput ovat osittain myös pumppaamoita, joilla puhdasta vettä siirretään eteenpäin porakaivosta.

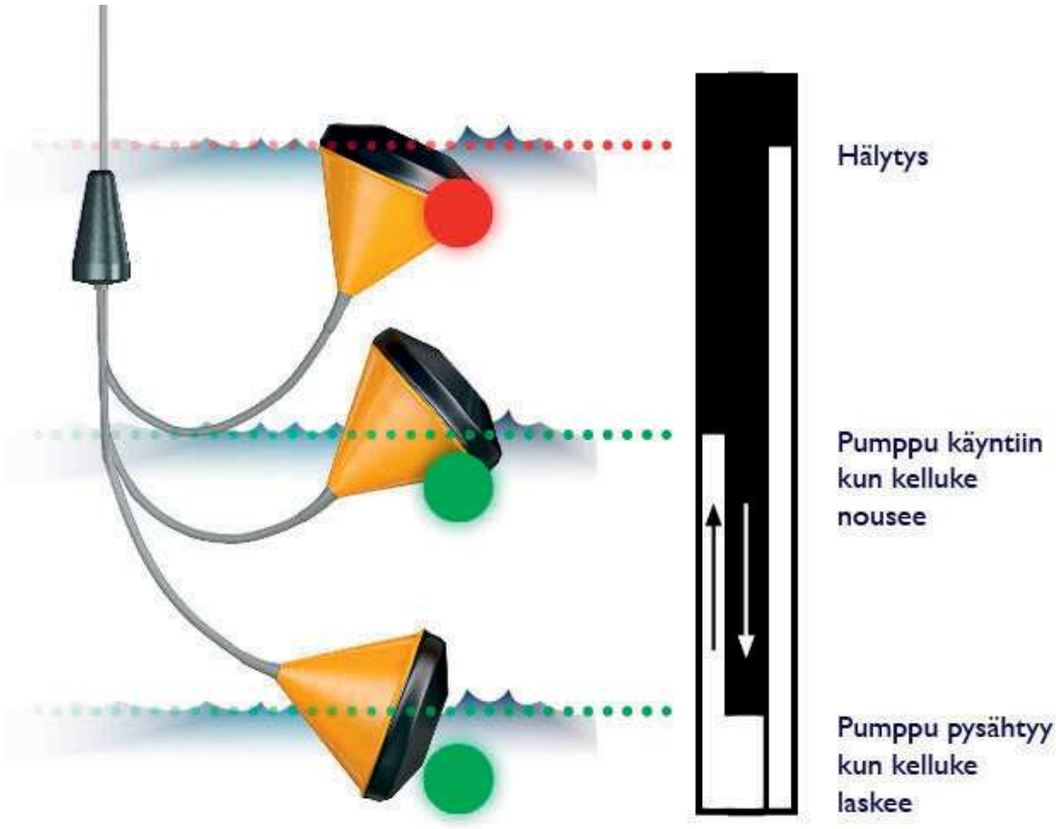
Pumppaamo (kuva: Grundfos Oy)

Kerrostaloissa käytetään usein myös paineenkorotuspumppua, jotta veden paine riittää ylempiin kerroksiin asti.

Paineenkorotusasema

Jätevesijärjestelmissä pumppaamolla siirretään jätevettä esimerkiksi jätevedenpuhdistamolle puhdistusta varten. Sadevettä voidaan myös pumpata tarpeen mukaan eteenpäin, jos esimerkiksi normaalia juoksutusta ei ole mahdollista toteuttaa.

Sadevesipumppaamo (kuva: Talokaivo Oy)



Nestepinnan valvontakytkin (kuva: Kari-Finn Oy)

Pumppaamon toimintaa ohjataan perinteisillä kohoilla, jotka sijaitsevat kaivon pohjalla. Pumppaamoa voidaan ohjata myös elektronisilla antureilla, jotka mittaavat veden korkeutta kaivossa ja säätävät automaitikan avulla pumppuja käyntiin ja pois käynnistä.

1. Tutki ja vertaa, mitä eroja on maalämpöpumpun (energiakaivo) ja porakaivon (käyttövesi) tekemisessä.

2. Tutki työsalissa porakaivopumpun rakennetta ja mahdollisia huoltokohteita.

3. Selvitä, mitä normaali porakaivo maksaa.

4. Selvitä, millaisia pumppausmassoja on mahdollista siirtää putkistoissa ja miten asennettavat putket vaikuttavat asiaan.

5. Selvitä saatavilla olevien valmiiden pumppaamoiden tehot.

Kuvalähteet

Valokuvat:

Ariterm Oy: s. 51 vas.

Danfoss Oy: s. 126 alh. vas ja alh. oik., 127 ylh. vas ja oik., 128 ylh.

Destia Oy: s. 15

Enervent Oy: s. 99 ylh. oik.

Fläkt Woods Oy: s. 97 alh. oik., 99 alh. oik., 100, 112 oik.

Grundfos Oy: s. 228 alh. vas.

Henkel Norden Oy: s. 203 ylh. vas., 205 alh. vas.

Hilti Oy: s. 208 alh. vas.

HK Instruments Oy: s. 33 alh. oik.

Humitec Oy: s. 33 ylh. oik.

HögforsGST: s. 86

Kakkonen, Eine: s. 155 oik.

Kari-Finn Oy: s. 229 vas.

Ketola, Jari: s. 108 alh. vas., 112 vas., 113 ylh. vas. ja oik., 114 ylh. vas., ylh. oik ja kesk. oik., 150 ylh., 151 alh., 159 alh. vas., 164 ylh. oik., 166 ylh. oik., 167 oik., 170 vas., 175

Koka Oy: s. 34 ylh. oik.

Koneita.com: s. 64 kesk. vas. ja oik., 65 kesk. vas.

Labkotec Oy: s. 95 alh. vas.

Lairi, Veijo: s. 72 oik., 92 alh. oik., 94 ylh. oik., 207 ylh. vas.

Leica Geosystems Oy: s. 32 alh. vas.

Meltex Oy: s. 44, 83, 188 ylh. oik., 189 alh., 208 oik. (ylh. vas.), 211 alh. vas., 212 vas., 214 alh.

Nibe Oy: s. 51 kesk. ja oik. ylh., 53 vas.

Inspector Sec Oy: s. 32 alh. oik., 33 ylh. vas.

Onninen Oy: s. 75 oik. (kohdat 1–2 ja 4–7), 93 ylh. oik.

Oras Oy: s. 73 kesk. oik., 92 ylh. oik, 93 ylh. vas ja alh. vas, 95 ylh. vas., 158, 160 alh. vas., 163 ylh. oik., 164 vas., 172 ylh. oik.

Pahajoki, Hannu: s. 37 vas.

Pressovac Oy: s 34 ylh. vas.

Procurator Oy: s. 33 oik. kesk.

Rettig Lämpö Oy: s. 55 alh. ja kesk., 97 vas ja ylh. oik.

Rigdig Oy: s. 207 oik., 208 ylh. vas

Saarikko, Juhani: s. 38 ylh. vas.

Saint-Gobain PAM: s. 208 oik. (alh. vas. ja alh oik.)

Shutterstock: s. 9, 11, 12, 13, 14, 16, 18–23, 30, 31, 32 ylh. vas., ylh. oik. ja kesk. vas., 33 alh. vas., 34 alh. vas., kesk. oik. ja alh. oik., 35, 37 oik., 38 ylh. oik, 39, 41, 43, 46–49, 51 alh. oik., 53 oik. ylh., oik. kesk. ja oik. alh., 55 ylh., 58–63, 64 ylh. vas, 65 ylh. vas., alh. vas, ylh. oik. ja alh. oik., 66–69, 71, 72 vas, 73 ylh. vas., alh. vas., ylh. oik. ja alh. oik., 74, 75 vas. ja oik. (kohta 3) 76, 77 , 78 vas. ylh., vas. alh. ja oik. ylh., 81 vas ja ylh. oik., 85, 88–90, 92 vas, 93 alh. oik., 94 vas. ja alh. oik., 96, 98, 99 vas., 103–107, 109–111, 113 alh. vas., 114 alh. vas. ja alh. oik., 115, 117, 118, 120, 121, 124, 125, 126 ylh. vas ja ylh. oik., 127 alh. vas., 128 kesk. ja alh., 129, 131–136, 139–141, 145–149, 150 alh., 152–154, 155 vas., 156, 157, 159 ylh. vas ja oik., 169 ylh. vas ja oik., 161, 162, 163 ylh. vas., alh. vas. ja alh. oik., 164 kesk. oik. ja alh. oik., 165, 166 ylh. vas., kesk. vas., alh. vas. ja kesk. oik., 167 vas., 168, 169, 170 oik., 171, 172 vas. ja alh. oik., 173, 174, 179, 182, 186, 187 oik., 188 vas. ja alh. oik., 189 ylh., 191, 192, 195, 197, 198, 201, 202, 203 alh. vas. ja oik., 204, 205 oik., 207 kesk. vas. ja alh. vas., 208 oik. (ylh. oik.), 210, 211 ylh. vas., 212 oik., 214 ylh., 218, 219, 221, 222, 223, 228 ylh. oik.

Talhu Oy: s. 151 ylh.

Talokaivo Oy: s. 228 alh. oik.

Toimex Oy: s. 75 oik. (kohta 8)

Unidrain Oy: s. 205 ylh. vas.

Uponor Oyj: s. 79 oik., 95 oik., 187 vas., 211 oik., 213 ylh.

Piirrokset:

Energiateollisuus ry: s. 86

Haarala, Ilpo: s. 26 alh., 27 alh.

HSY: s. 42 alh.

Jita Oy: s. 213 alh.

Kimpimäki, Katja: s. 25, 27 ylh., 38, 40 ylh., 42 ylh., 44, 47, 50, 52, 61, 64, 79, 80, 82 vas., 83, 87, 91, 98, 105, 133, 138, 140, 142, 158, 167, 168, 180–186, 191–195, 197–199, 220, 222 vas., 224 ylh. vas., 225 alh. vas. ja ylh. vas., 227

Laine, Annukka: s. 136, 137, 141

Malassu, Katja: s. 10 vas., 212

Meltex Oy: s. 216

Nieminen, Juha: s. 29, 232–239

Oras Oy: s. 222 oik., 223, 224 ylh. oik. ja alh., 225 oik.

Paroc Oy: s. 39, 40 alh.

Saastamoinen, Nea: s. 11

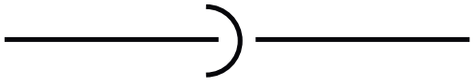
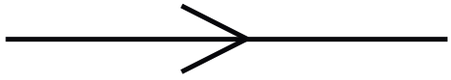
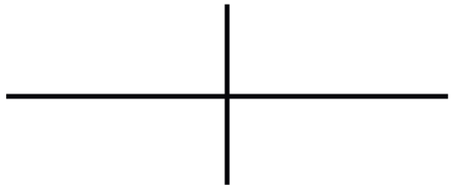
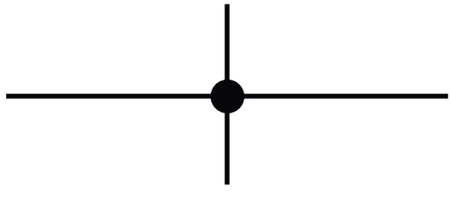
Shutterstock: s. 26 ylh., 31, 119, 122, 123, 147, 168

Taskinen, Anne-Mari: s. 10 oik.

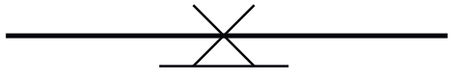
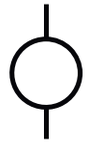
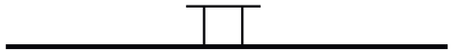
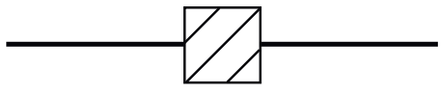
Uponor Oyj: s. 78 alh. oik., 82 oik., 84

Talotekniikan piirrosmerkkejä

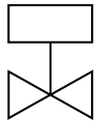
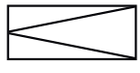
Putkistot

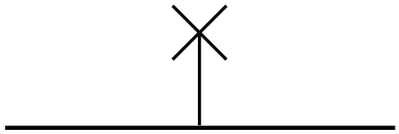
PIIRROSMERKKI	SELVITYS
	Putki yleensä, käyttötarkoitus ilmaistaan viivan leveydellä ja kirjaintunnuksella.
	Putken poikkileikkaus
	Putken pystysuora siirto, joka ei lävistä leikkaustasoa.
	Taipuisa putki, letku
	Virtaussuunta putkessa
	Putken kaltevuus, nuoli osoittaa laskusuunnan
	Risteävät putket ilman sisäistä yhteyttä
	Johtoristeys, sisäinen yhteys
	Johtohaaroitus, sisäinen yhteys

Putkivarusteet

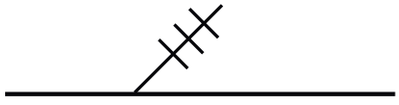
PIIRROSMERKKI	SELVITYS
	Tasain putkessa
	Ohjain putkessa
	Kiintopiste putkessa
	Putkivesilukko
	Pullovesilukko
	Puhdistusyhde tai -luukku (putkessa)
	Viemärin alipaineventtiili (putkessa)
	Suljettu putkenpää yleensä
	Suodatin, lianerotin (putkessa)
	Vedenerotin, lauhteenerotin (putkessa)

Sulku-, säätö- ja mittauslaitteet

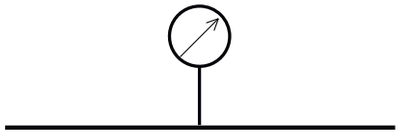
PIIRROSMERKKI	SELVITYS
	Venttiili, yleismerkki kaksitieventtiilille
	Kolmitieventtiili
	Nelitieventtiili
	Sulkuventtiili
	Käsin ohjattava säätöventtiili, yleensä kertasäätöventtiili tai linjasäätöventtiili
	Toimimoottorilla varustettu säätöventtiili
	Yksisuuntaventtiili, vastaventtiili
	Varoventtiili
	Tyhjöventtiili vesivuodossa
	Paineenalennusventtiili, vakiopaineventtiili
	Ylivirtausventtiili



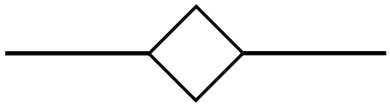
Automaattinen ilmanpoistin (putkessa)



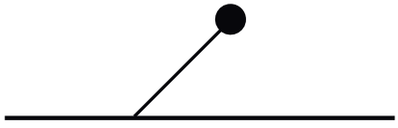
Lämpömittari (putkessa)



Painemittari (putkessa)

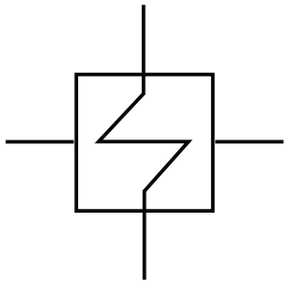
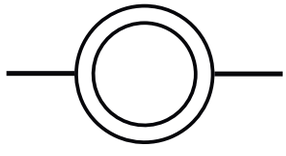
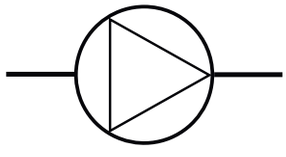
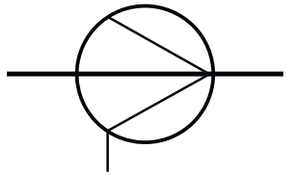
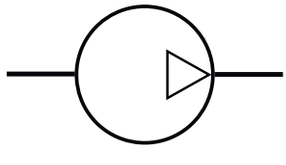


Määrämittari, virtausmittari (putkessa)

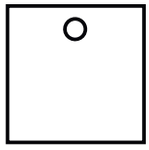
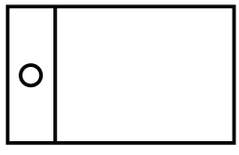
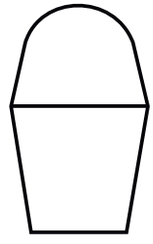
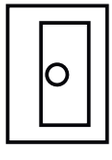
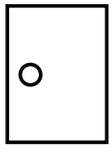
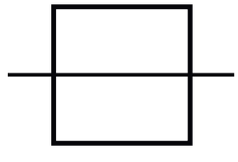


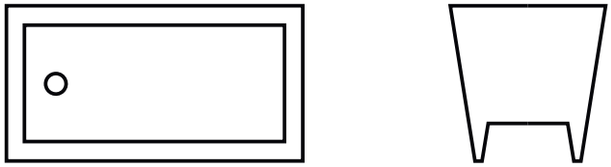
Mittausanturi, tuntoelin (putkessa)

Kojeet ja laitteet

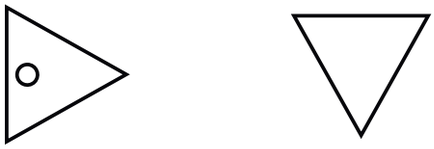
PIIRROSMERKKI	SELVITYS
	Koje tai laite yleensä, täsmennetään esim. kirjaintunnuksella
	Lämmönsiirrin
	Kulutusverkosto, jakeluverkosto
	Pumpun yleismerkki
	Ejektori
	Kompressori, ahdin
	Lämpöpatteri
	Käsisammutin

Viemäröidyt laitteet

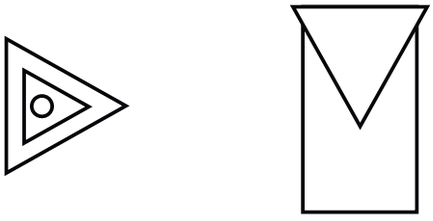
PIIRROSMERKKI	SELVITYS
	Viemäröity laite
	Lattiakaivo, kattokaivo
 	Vesikäymäläkulho, WC–istuin, WC–kulho
	Kaatoallas
	Pesuallas
 	Tasapohja-allas



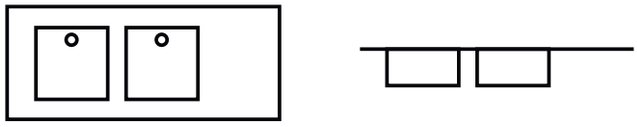
Kylpyamme



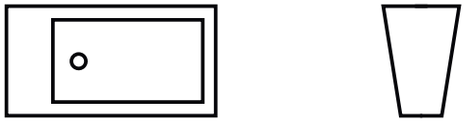
Seinämallinen urinaali



Pylväsmallinen urinaali



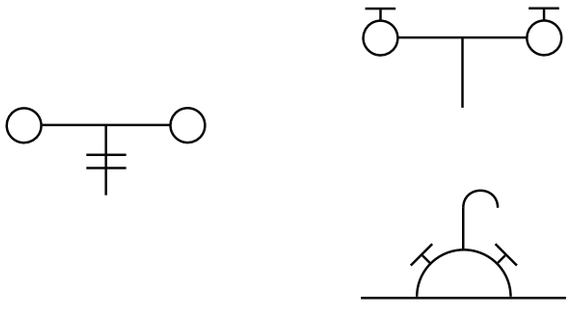
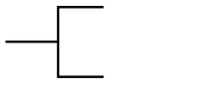
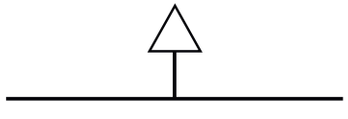
Pesupöytä (kaksialtainen)



Pesuistuin (bidee)

Juoma-allas

Vesijohtokalusteet

PIIRROSMERKKI	SELVITYS
	Hana yleensä
	Sekoitin yleensä, seinämalli ja pöytämalli
	Pikaliitin
	Letkuliitin
	Suihkusuutin
	Sprinkleri (putkessa)